

Signifikante Faktoren beim Verstehen quantifizierter Sätze

Werner K. J. Faßmann

Disbui. München

1989



Signifikante Faktoren beim Verstehen quantifizierter Sätze

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades Dr. phil.
an der
Ludwig-Maximilians-Universität
München

vorgelegt von
Werner K. J. Faßmann

München 1989

Referent: Herr Professor Dr. Wolfgang Marx

Korreferent: Frau Dr.phil.habil. Elisabeth Schürer-Necker

Tag der mündlichen Prüfung: 31.07.1989

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	1
"Wieviele sind einige, mehrere und ein paar?"	4
- Überblick	4
- Quantoren in Nominalphrasen	4
- Quantoren in Satzkontexten	8
- Folgerungen für eine Theorie der Wort- und Satzbedeutungen	11
- Diskussion	16
- Zusammenfassung	20
Beiträge der Theorie unscharfer Mengen	21
- Überblick	21
- Einige Begriffe der Theorie unscharfer Mengen	21
- Unscharfe Kardinalität und sprachliche Quantifikation	24
- Bezüge zum Ansatz Hörmanns	27
- Reduktion von Quantorenbedeutungen auf unscharfe Prozentwerte	31
- Diskussion	35
- Zusammenfassung	40
Modelltheoretische Semantik quantifizierter Aussagen	41
- Überblick	41
- Einführende Beispiele	41
- Quantoren sind Nominalphrasen	42
- Definitionen erster oder zweiter Stufe?	43

- Modelltheoretische Untersuchung sprachlicher Quantifikation	46
- "Einige", "mehrere", "wenige" und "ein paar"	50
- Bezüge zur Theorie Yagers	54
- Bezüge zu Hörmann	55
- Diskussion	58
- Zusammenfassung	61

Untersuchungshypothesen	62
-------------------------	----

Die Gestaltung des Experimentes	64
---------------------------------	----

- Materialien	64
- Versuchsbedingungen	65
- Aufgabe	70
- Abhängige und unabhängige Variablen	70
- Zeitliche Abfolge	71
- Versuchsanleitung	71
- Probanden	72
- Versuchsdurchführung	72
- Leitideen des Experimentes	73
- Diskussion möglicher Einwände	75
- Zusammenfassung	78

Replikation des Hörmann'schen Untersuchungsverfahrens	79
---	----

- Überblick	79
- Versuchsmaterial, Aufgabe, Untersuchungsstichprobe	79
- Ergebnisse	80
- Diskussion	88
- Zusammenfassung	89

Auswertungsverfahren der Hauptuntersuchung	90
- Der grundlegende Wahrscheinlichkeitsraum	90
- Das logit-lineare Gleichungssystem	90
- Kategoriale Regression	94
- Saturierte und unsaturierte Modelle	96
- Signifikanztest	96
- Strukturelle Nullen und Stichprobennullen	98
- Anwendung auf die anstehende Untersuchung	100
 Auswertung der Hauptuntersuchung unter Vernachlässigung interindividueller Unterschiede	105
- Daten	105
- Saturiertes Modell	105
- Unsaturierte Modelle	106
- Fazit	108
 Intraindividuelle Auswertung der Hauptuntersuchung	109
- Daten	109
- Saturiertes sechsfaktorielles Modell	109
- Überblick über die weiteren Auswertungsschritte	110
- Zweistufige Auswertung	111
- Fazit der zweistufigen Auswertung	120
- Einstufige Auswertung	122
- Fazit der einstufigen Auswertung	130
 Die Ergebnisse im Überblick	131
 Entscheidung der Untersuchungshypothesen	137

Wirkungszusammenhänge beim Verstehen quantifizierter Sätze	139
- Hörmanns Vorhersagen sind nur vereinzelt erfüllt	139
- Haupteffekte sind kein Beleg pro Hörmann	139
- Effekte in Hörmanns Originaluntersuchung	140
- Signifikante Effekte in der zweistufigen Auswertung	141
- Signifikante Effekte der einstufigen Auswertung	146
- Signifikante Wechselwirkungen und "Sinnkonstanz"	154
- Unschärfe Quantifikation als Erklärungsansatz	155
- Modelltheoretischer Erklärungsansatz	157
- Quantoren für Zahlbereiche	158
- Anwendung auf die Untersuchungsergebnisse	161
- Erweiterungen	163
 Folgerungen und Ausblick	 166
 Zusammenfassung	 173
 Literaturverzeichnis	 177
 Anhang (1)	 182
 Anhang (2)	 187
 Anhang (3)	 198
 Anhang (4)	 209
 Anhang (5)	 231

Einleitung

"Wer hört

Vor der Hütte stehen ein paar Menschen

und (...) angeben soll, wieviele Menschen hier gemeint sind, denkt (...) sozusagen zählend die Kontur der kognitiven Situation entlang, die er mit Hilfe des Dekodierens und mit Hilfe seines Weltwissens und passend zu seiner Intention 'semantisch beschreiben' kann" (Hörmann, 1983, 56). "In unserer Versuchsanordnung werden die Probanden (...) aufgefordert, genau anzugeben, wieviel der unbestimmte Quantor im jeweils vorliegenden Fall bedeutet - der Proband muß also nachzählen. (...) Man weiß, was in die Kategorie der zu zählenden Objekte fällt ('Menschen'), geht mit dem Blick den Raum ab, in dem die zu zählenden Objekte sich befinden, und sagt dabei, bei jedem erblickten Objekt einen Schritt weitergehend, die Zahlenreihe auf. (...) die Antwort unseres Probanden hängt also davon ab, wann er mit dem Nachzählen aufhört" (Hörmann, 1983, 55). "Die Größe dieses Raumes, die Größe der in ihm befindlichen Gegenstände (...) bestimmen, wann der Proband mit dem Nachzählen abbricht" (Hörmann, 1983, 57). "Raum" ist hier gleichbedeutend mit "kognitiver Situation".

Hörmann postuliert für das Verstehen sprachlicher Mengenausdrücke oder "Quantoren" einen Zählprozeß, der, abhängig von der Gesamtäußerung und insbesondere abhängig von den Gegenstandsbereichen, auf die Satzsubjekt und abverbale Bestimmung Bezug nehmen, zu systematischen Unterschieden in der als Zahlen konkretisierten Bedeutung sprachlicher Mengenausdrücke führt: ein paar Menschen vor einer Hütte sind im Schnitt weniger als ein paar Menschen vor einer Kathedrale.

Dieser Zählprozeß scheint als Erklärung für die Bedeutungsvielfalt sprachlicher Mengenausdrücke einfach und einleuchtend. Er hat zudem den Vorteil, direkt auf ein psychisches Geschehen des Sprechers und nicht auf eine Eigenschaft des Sprachzeichens allein Bezug zu nehmen.

Dieser für Einzelindividuen typische Prozeß wird von Hörmann merkwürdigerweise durch Ergebnisse belegt, die aus den Daten einer Probandenstichprobe, mithin unter Vernachlässigung individueller Eigentümlichkeiten im Sprachgebrauch gewonnen wurden.

Diese Bruchstelle zwischen theoretischer Aussage und ihrer empirischen Überprüfung war mir Anlaß für eine Reanalyse der Hörmann'schen Untersuchungen unter methodischen Modifikationen. Durch Meßwiederholungen und die für jeden Probanden getrennte Auswertung der Daten aus einem Experiment mit gleichzeitiger systematischer Variation aller von Hörmann in verschiedenen Studien herausgearbeiteten Faktoren wird eine weitere Klärung der Frage angestrebt, ob ein paar Dinge X vor einem kleinen Gebäude Y im Mittel weniger sind als vor einem großen Gebäude Z.

Die Überlegungen, die in dieser Schrift Ausdruck finden sollen, beruhen also essentiell auf einem methodischen Ausgangspunkt. Ich möchte sie nicht mit dem Anspruch verbinden, für oder gegen "den" sprachpsychologischen Ansatz des Meinens und Verstehens von Hörmann reklamierbar zu sein. Sofern meine Überlegungen und Ergebnisse einer näheren Überprüfung standhalten, sind sie zunächst für ein bestimmtes Beispiel jenes Aussagensystems bedeutsam. Sie gewinnen darüber hinaus allerdings umso mehr an Gewicht, als die

Effekte, die Hörmann im Bereich sprachlicher Quantifikation untersucht hat, als integral für seine Theorie des Sprachverstehens erachtet werden, dessen wesentliches Merkmal ein Prozeß bildet, "(...) der solange erfahrungs- und vernunftgeleitete (aber eben nicht lexikalisch vorgeschriebene) Anpassungen und Veränderungen der Bedeutung der Gesamtäußerung vornimmt, bis der Hörer das Ergebnis als sinnvoll akzeptiert" (Hörmann, 1983, 52).

"Wieviele sind einige, mehrere und ein paar?"

Überblick

Hans Hörmann erbrachte in einer Reihe von Untersuchungen Befunde dafür, (1) wie groß die Anzahl n bestimmter Objekte im Urteil von Probanden ist, falls diese aufgefordert werden, konkrete Zahlen für "einige", "mehrere" oder "ein paar" dieser Objekte anzugeben, und (2) wie diese Zahlenangaben in Abhängigkeit vom Satzkontext systematischen Änderungen unterworfen sind. In (1) dienten nur Nominalphrasen der allgemeinen Form QX - wobei Q ein "Quantor", ein Mengenausdruck, und X ein Klassenterm wie z.B. "Pillen" sei - in (2) hingegen Nominalphrasen QX in Satzkontexten als Reizmaterial. Legt man als Operationalisierung des Begriffs "Bedeutung" für einen Quantor die konkret gewählte Zahl fest, findet man, daß "die" Bedeutung eines sprachlichen Mengenausdruckes wie "einige", "mehrere" oder "ein paar" sowohl von dem Nomen, dem er zugeordnet ist, als auch vom Satzkontext, der diese Nominalphrase umgibt, abhängig ist. Diese Abhängigkeit zeigt sich darin, daß nicht für alle Nomina und für alle Satzkontexte die gleichen Anzahlen mit gleicher Häufigkeit als Bedeutung für einen bestimmten Mengenausdruck auftreten.

Quantoren in Nominalphrasen

Das Reizmaterial dieser Untersuchungsreihe bildete jeweils ein sprachlicher Ausdruck der Form QX , wobei Q entweder "ein paar" oder "einige" oder "mehrere" war, und für X Ausdrücke wie "Pil-

len", "Bücher", "Autos", "Berge" usf. eingesetzt wurden. QX wurde zusammen mit den Anzahlen $n=1,2,3,\dots,10,11-15,16-20,21-30$ oder 30 und mehr vorgegeben. Die unabhängigen Variablen waren mithin Q und X als experimentell variierte Faktoren und n als funktionale Größe (vgl. Selg, 1975,64). Die abhängige Variable bestand im Urteil der Probanden, ob QX, z.B. "ein paar Autos", nun konkret $n=1,2,3,\dots,10,11-15,16-20,21-30$ oder mehr als 30 Objekte des genannten X sind oder nicht. Innerhalb einer Versuchssitzung wurde nur jeweils einer der genannten Mengenausdrücke vorgegeben, jedoch wurde für alle Probanden in getrennten Sitzungen für jeden der drei Quantoren für alle 19 geprüften X konkrete Zahlenurteile erhoben. Jeder Proband konnte bei jedem Ausdruck beliebig viele der Zahlen $n=1,2,3,\dots$ ankreuzen, die seiner Meinung nach mit dem jeweiligen Ausdruck QX verträglich sind. Alle anderen waren zu streichen (Hörmann, 1983,25f.).

Bei der Auswertung wurden pro Objektbereich X und pro Quantor Q die Zustimmungshäufigkeiten für die Gruppe der Probanden gezählt und als Kennwert der Median bestimmt. Die Häufigkeit, mit der ein bestimmter Quantor bei den vorgegebenen Anzahlen $n=1,2,3,\dots$ von Objekten X auftritt, wird als "Konsistenzprofil" bezeichnet, der -ggf. durch Interpolation ermittelte- Median der Zahlen n gibt die Anzahl von Objekten an, unterhalb der und oberhalb der jeweils 50% der abgegebenen Zustimmungen liegen (Hörmann, 1983,26).

Hörmann hat für jede der Objektanzahlen n eine eigene Zweipunktverteilung der Zustimmungs- bzw. Ablehnungshäufigkeiten eingeführt. Er faßt dann die Zustimmungshäufigkeiten zu den einzelnen n zusammen, normiert sie auf die Gesamtzahl der Zustimmungen

zu QX für alle n und bestimmt dann in der resultierenden Verteilung den Median. In den Häufigkeitsprofilen und Medianen sind mithin intra- und interindividuelle Unterschiede der Beurteilung vermischt.

Hörmann betont den vorrangig deskriptiven Charakter seiner Befunde; diese stellen nicht in jedem Fall inferenzstatistisch gesicherte, signifikante Unterschiede dar. Hörmann berichtet allerdings nur solche Ergebnisse, die an mehreren unabhängigen Probandengruppen beobachtet wurden und in vergleichbarer Weise für alle verwendeten Quantoren auftraten (Hörmann, 1983,27f.).

Die Ergebnisse führen (1) zu der Feststellung, das in Abhängigkeit vom Objektbereich X verschiedene Zahlen n unterschiedlich häufig als Konkretisierung der Bedeutung des gleichen Quantors Q auftreten. Diese Unterschiede zwischen den Objektbereichen zeigen sich natürlich auch in den Medianen für "ein paar", "einige" und "mehrere". Es gibt also offenbar keine Zahl n, die für alle Objektbereiche übereinstimmend "die" feste Bedeutung eines Mengenausdrucks bildet (Hörmann, 1983,28,29). (2) Trotz dieser absoluten Unterschiede fallen in 16 von 17 Objektbereichen die Mediane für "ein paar" kleiner aus als diejenigen für "einige", Gleiches gilt für "mehrere"; zugleich übertrifft in 9 von 17 Objektbereichen der Median von "mehrere" denjenigen von "einige". Offenbar erfüllen die Quantoren eine Ordnungsrelation, so daß beim Übergang von kleinen zu großen Objektanzahlen der Quantor von "ein paar" über "einige" hin zu "mehrere" wechselt (Hörmann, 1983,31).

Betrachtet man für einen festen Quantor die Ausprägungen seiner

Mediane in den verschiedenen Objektbereichen, spricht der Augenschein für eine negative Korrelation zwischen der absoluten Größe der Objekte einerseits und der Höhe des Medians für den betrachteten Quantor in dem betreffenden Objektbereich andererseits (Hörmann, 1983,31,Tabelle 2). Die Korrelation von $r=(-.25)$ zwischen der getrennt ermittelten Größenrangordnung der Objekte X und ihrer jeweiligen Mediane für "ein paar" erweist sich allerdings als "kaum" auf dem 5%-Niveau signifikant (Hörmann, 1983,32).

Die Korrelation zwischen der empirisch ermittelten "Häufigkeit des Auftretens in der Welt" mit den Medianen der betreffenden Objektbereiche beträgt .27 und verfehlt offenbar ebenfalls das übliche Signifikanzkriterium. Dennoch wird auch diese Korrelation interpretiert: je seltener ein Objekt Bestandteil der alltäglichen Erfahrungswelt ist - man betrachte etwa Gedichte versus Kinder -, desto weniger Objekte dieser Art X werden schon als "ein paar" bezeichnet. Für die anderen Mengenausdrücke wurden offenbar keine derartigen Korrelationen berechnet (Hörmann, 1983,32).

Diese Abhängigkeiten dienen der Bildung weiterer Hypothesen. Im Falle der Größenkorrelation wird vorhergesagt, daß die explizite sprachliche Kennzeichnung der Objekte als "groß" bzw. "klein" zur Verringerung bzw. Erhöhung des Medians im Vergleich zur attributfreien Bedingung führt. "Ein paar große Autos" sind weniger, "ein paar kleine Autos" mehr als "ein paar Autos" (Hörmann, 1983,32).

Am Beispiel "Autos" versus "große Autos" wird belegt, daß sich für alle untersuchten Quantoren die Urteilsprofile für "große

Autos" im Vergleich zu den Profilen für Autos ohne explizite Bezeichnung ihrer Größe in Richtung auf kleinere Zahlenwerte hin verlagern (Hörmann, 1983,32).

Quantoren in Satzkontexten

Aus der theoretischen und empirischen Untersuchung von Bezugssystemen bzw. des Urteilsverhaltens ist eine Reihe von Effekten bekannt, die - neben der zu beurteilenden Reizeigenschaftsausprägung - das Urteil systematisch beeinflussen.

Hörmann untersucht insbesondere die Wirkung von Umstandsbestimmungen des Ortes auf die in Zahlen konkretisierte Bedeutung von Quantoren; die adverbiale Bestimmung ist so gewählt, daß sie implizit einen Bezug zwischen der Größe eines Kontextobjektes und der Größe der quantifizierten Objekte herstellt (Hörmann, 1983,33).

Als Reizmaterial dienten Sätze wie "Auf dem Tische liegen ein paar Bücher", "... Pakete", "...Schallplatten", usf.. Als abhängige Variable wurde wiederum die Zustimmung bzw. Ablehnung der konkreten Anzahl n von Büchern, Paketen oder Schallplatten usf. erhoben, auf die im Urteil der Probanden der vorgegebene Satz zutreffen würde.

Im Vergleich zu der kontextfreien Bedingung zeigen die Ergebnisse: (1) "ein paar Schallplatten" auf einem Tisch sind weniger als "ein paar Schallplatten" allein. Für Pakete und Bücher sind hingegen Sätze der Form "Auf dem kleinen Tisch liegen ein paar

Bücher" bzw. "...Pakete" vorzugeben, um eine signifikante Abnahme der jeweiligen Mediane im Vergleich zur kontextfreien Bedingung hervorzurufen (Hörmann, 1983,33,34).

(2) Gegenüber der kontextfreien Bedingung erhält man bei der Beschreibung "Auf dem großen Tisch liegen mehrere..." bzw. "...einige..." bei Büchern und Paketen Verlagerungen der Urteilsprofile bzw. Mediane zu höheren Zahlenwerten (Hörmann, 1983,34).

(3) Die Nominalphrase "ein paar Menschen" erhält bei der Vorgabe von "Vor der Hütte stehen ein paar Menschen" einen niedrigeren Medianwert als unter der Beifügung "Vor dem Gebäude..."; beide Werte unterscheiden sich zudem signifikant von demjenigen, der sich für die Nominalphrase allein ergibt. Dieser Effekt tritt auch für den Quantor "mehrere" auf, weniger deutlich manifestiert er sich im Fall von "einige" (Hörmann, 1983,34,35).

(4) Den Befunden weiterer Experimente zufolge beschränkt sich die Wirkung des Satzkontextes nicht auf solche Gegenstände, die in einer impliziten Größenrelation zu den Dingen des quantifizierten Bereiches stehen: so verbinden sich mit dem Ausdruck "ein paar Gedichte schreiben" kleinere "Objekt"zahlen als mit "ein paar Gedichte lesen" (Hörmann, 1983,41); und "ein paar drohende Berge" unterscheiden sich von "ein paar Bergen" durch einen kleineren Medianwert, dabei wurde zusätzlich ein fester Kontext "Vom Fenster aus kann man...sehen" vorgegeben (Hörmann, 1983,42).

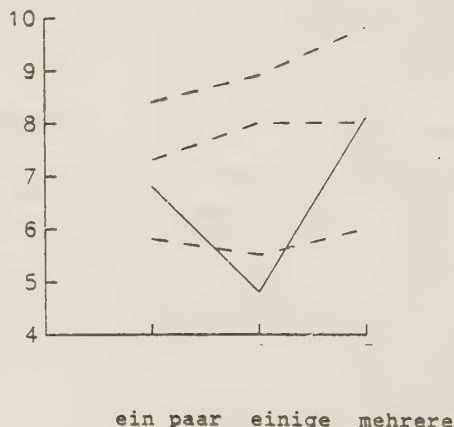
(5) Von besonderem Interesse für die weiteren Überlegungen ist folgender Befund: die Urteilsprofile von "ein paar Büroklammern",

"einige Büroklammern" und "mehrere Büroklammern" überlappen sich im Kontext "Auf dem Tisch liegen ein paar...", "...einige..." bzw. "...mehrere Büroklammern" weniger stark als wenn die Urteile in der kontextfreien Bedingung erhoben werden. Der Hinweis, wo die soundsoviel Büroklammern nun genau liegen, führt offensichtlich zu einem stärkeren Hervortreten der Unterschiede in den Zahlenangaben, die die Probanden mit den Bedeutungen der Mengenausdrücke verbinden (Hörmann, 1983,45f.).

Abbildung (1)

Mediane der Urteilsprofile für "ein paar", "einige" und "mehrere";

gestrichelte Linien: Krümel (oben), Büroklammern (Mitte), Pillen (unten) jeweils ohne Kontext;
durchgezogene Linie: Büroklammern mit Kontext "Auf dem Tisch..." (nach Hörmann 1983, 31, 45f.)



Wie aus Abbildung (1) hervorgeht, bleibt die Rangfolge der Quantorenmediane für Büroklammern nicht erhalten, wenn die Ergebnisse der kontextfreien und der kontextgebundenen Vorgabe einander

gegenübergestellt werden. Der Vergleich mit den Kennwerten der ohne Satzkontext erhobenen Zustimmungen bei Objekten etwa gleicher Größe zeigt zudem, daß die Unterschiede zwischen den Quantorenmedianen für Büroklammern mit Satzkontext größer sind als diejenigen für Pillen und Krümel ohne Satzkontext. Schließlich ist der Unterschied für "einige" bei Büroklammern zwischen kontextfreier und kontextgebundener Vorgabe größer als derjenige bei Vorgabe verschiedener Objektbereiche in der kontextfreien Bedingung.

Folgerungen für eine Theorie der Wort- und Satzbedeutungen

Die Ergebnisse der Untersuchungen legen nahe: (1) es gibt ein breites Spektrum von Anzahlen, die als Präzisierung der Bedeutung des gleichen oder auch mehrerer Mengenausdrücke zugleich akzeptiert werden; die Zuordnung von n und Q ist nicht eindeutig; (2) die Zustimmungshäufigkeiten fallen für einen festen Objektbereich in Abhängigkeit von der Objektzahl unterschiedlich aus: verschiedene Anzahlen n werden offenbar nicht in gleichem Maße als Bedeutung des Quantors akzeptiert; die Zuordnung ist nicht scharf; (3) für den gleichen Mengenausdruck ergeben sich in Abhängigkeit vom Objektbereich unterschiedliche Profile; (4) schließlich verändern sich die Zustimmungshäufigkeiten für den gleichen Quantor auch bei dem gleichen Objektbereich, falls der quantifizierte Ausdruck in verschiedene Satzkontexte gestellt wird.

Weitergehende theoretische Überlegungen Hörmanns schließen sich an zwei Verallgemeinerungen an: (1) es gibt - bei der gewählten Operationalisierung - keine invariante Bedeutung eines sprach-

lichen Mengenausdrucks; (2) die Bedeutung eines Wortes ist eine wesentlich vom Satzkontext getragene, vielleicht sogar daraus abgeleitete, Gegebenheit, die sich in der Äußerung bzw. während des Verstehens eines Satzes entfaltet. Wortbedeutungen sind mithin nicht unbedingt elementarer als Sätze und deren Gehalt (Hörmann, 1983,47f.).

Aus (1) wird die Ablehnung jeder Semantiktheorie abgeleitet, die "Bedeutung" als fest umrissene Struktur, z.B. als Liste oder Graphen mit genau angebbaren Elementen und Relationen auffaßt. Aus (2) wird geschlossen, daß ein Satz in seiner Funktion als Mitteilung oder Aussage nicht erschöpfend durch das syntaktisch korrekte Zusammensetzen einzelner Wörter bzw. deren Bedeutungen darstellbar ist. (1) und (2) sind nicht aufeinander reduzierbar, da für das Verstehen eines Satzes die Anregung und Verknüpfung einzelner Komponenten ansonsten fester Bedeutungsstrukturen der Einzelworte vorstellbar ist.

Eine feste Bedeutung für jedes Wort impliziert, daß z.B. logische Relationen zwischen den Wortbedeutungen in diesen Bedeutungen implizit schon festgelegt und mithin invariant sind, solange die betreffenden Wörter in ein ansonsten gleiches Satzgefüge eingebunden werden.

Die Akzentuierung von Bedeutungsunterschieden zwischen verschiedenen Quantoren als Effekt ein und desselben Kontextes steht zu dieser Erwartung in klarem Widerspruch: die Bedeutungen der Gesamtäußerungen haben sich trotz gleichen Kontextes in unterschiedlicher Weise verändert; dies deutet auf Wechselwirkungen zwischen der Art des Quantors und der im Restsatz gegebenen

Mitteilung hin.

Der Austausch der Quantoren bei sonst gleichem Restsatz bewahrt nicht den Grad der Überlappung der Konsistenzprofile oder den Unterschied der Mediane; er wirkt mithin nicht, varianzanalytisch gesprochen, als Haupteffekt auf die abhängige Variable. Hörmann lehnt daher auch jede Vorstellung ab, nach der die Bedeutung des Gesamtsatzes von den isolierten, stabilen Einzelwortbedeutungen ausgeht und aus ihnen mittels syntaktischer Regeln hervorgebracht wird.

Hörmanns Argumentation ist durch drei Momente gekennzeichnet: (1) "Bedeutung" ist keine Eigenschaft der sprachlichen Zeichen, sondern ein Phänomen des Verstehensprozesses (Hörmann, 1978, 14,16,17,24, 1983,6ff.,53); (2) die Bedeutung eines Satzes ist nicht als "Zusammensetzen" isolierter und fester Wortbedeutungen nach Maßgabe grammatischer Regeln zu betrachten (Hörmann, 1978, 191, 479f.), sondern als "Zusammenwirken" verschiedener Verstehenshilfen, d.h. an den Wörtern kristallisiertes Erfahrungswissen (Hörmann, 1978,182,183,210,472), das kurzsichtig als "Bedeutung des Wortes" verdinglicht wird (Hörmann, 1983,53f.); schließlich (3): das Verstehen ist nicht nach linguistischen, sondern nach psychologischen Kriterien darzustellen (Hörmann, 1978, 465, 1983,4,48).

Zu (1): Wortbedeutungen stellen nach Hörmann kein Inventar aller denkbaren Gebrauchsmöglichkeiten dar, das beim Auftreten des Wortes als Ganzes sowohl für den Sprecher als auch den Hörer vollständig verfügbar ist (Hörmann, 1983,15,17,18); es handelt sich vielmehr um Beschränkungen oder Wegweiser für den Verste-

hensprozeß (Hörmann, 1978, 455), der nicht vollständig aus der Kenntnis der Wortbedeutungen heraus konstituiert wird (Hörmann, 1978, 465), die Wörter haben vielmehr die Rolle "andeutender Hilfen" (Hörmann, 1983,56) für das Verstehen.

Zu (2): es handelt sich beim Verstehen eines Satzes nicht um eine "Verrechnung" fester Bedeutungen der Wortelemente einer syntaktisch wohlgeformten Aussage (Hörmann, 1978,24, 1983,9,22). Das Verstehen ist vielmehr ein gerichteter Prozeß der wechselseitigen Anpassung der in den Worten gegebenen Hinweise oder Beschränkungen dessen, was in der Erlebnis- und Erfahrungswelt möglich ist, mit dem Ziel einer in sich sinnvollen und stimmigen Interpretation der Äußerung (Hörmann, 1978,193,206,207,480). Diese Interpretation oder "semantische Beschreibung" ist der Äußerung als Ganzes zuzuordnen und bildet den Rahmen, in dem die Einzelwörter bedeutungsmäßig so festgelegt werden, daß die Forderung nach Stimmigkeit der Interpretation erfüllt ist (Hörmann, 1978, 182,183,467).

Greifbar wird dieses Geschehen bei Satzbeispielen wie "Er tut das Flugzeug in die Halle" versus "Er tut das Flugzeug in die Schachtel". Es ist klar, daß im zweiten Fall von einem Spielzeug die Rede sein muß. Formal sind beide Sätze als Relation zwischen einem "Täter" und zwei Objekten darstellbar. Die Argumente der Relation sind jedoch nicht unabhängig von dieser Relation prädiszierbar (Hörmann, 1978, 202,211,468). Für die Wahl der jeweils stimmigen Lesart ist das zusätzliche Größenverhältnis der beiden Objekte entscheidend. Die Polysemie von "Flugzeug" wird aufgelöst, indem eine zum Größengefälle von Gegenstand und Hülle passende Interpretation des Einzelwortes "Flugzeug" gesucht wird.

Die Einzelwortbedeutungen werden aufeinander abgestimmt, bis die semantische Struktur des Satzes widerspruchsfrei und stimmig ist (Hörmann, 1978,433, 1983,51f.).

Ganz analog stellt sich Hörmann die Konkretisierung der Bedeutung eines quantifizierten Ausdrucks vor. Er fordert einen impliziten oder verdeckten Zählprozess, der so lange immer wieder ein weiteres Objekt aus X in die semantische Beschreibung einführt, bis ein durch das Kontextobjekt gegebenes Abbruchkriterium erfüllt ist (Hörmann, 1983,56,57).

Da sich, so Hörmann, vor einer Hütte auch in der Vorstellung im allgemeinen weniger Menschen versammeln lassen als vor einem Gebäude, sind "ein paar" Menschen vor einer Hütte weniger viele als "ein paar" vor einem Gebäude. Der Quantor ist somit hinsichtlich seiner Bedeutung nur unter Berücksichtigung der Gesamäußerung zu erfassen. Im Fall von "ein paar" Büchern auf einem Tisch kommt dieser Kontext als Restriktion erst so recht zum Tragen, falls der Tisch "klein" ist und wenig Raum zum Ausbreiten von Büchern bietet. Die Möglichkeit, dies durch Aufeinanderstapeln zu kompensieren, scheint beim "Gedankenexperiment" der semantischen Interpretation keine Rolle zu spielen. Überlegungen dieser Art dürften dem entsprechen, was Hörmann inhaltlich mit den Begrenzungen des Verstehensprozesses meint (Hörmann, 1983,34).

Zu (3): das Ergebnis des Verstehensprozesses muß in sich stimmig sein. Diese Maxime substituiert das eher deduktiv gefaßte, linguistische Vorgehen des Dekodierens einer Äußerung anhand fester Einzelbedeutungen und syntaktischer Regeln, das aus der Ober-

flächenstruktur der Äußerung eine wohlbestimmte Tiefenstruktur ableitet. Verstehen ist durch ein Streben nach "Sinnkonstanz" (Hörmann, 1978,195,196,207,208, 1983,57) gekennzeichnet, diese ist unter die sonst bekannten Konstanzphänomene einzureihen.

Diskussion

(1) Hörmanns Überlegungen sind merkbar durch gestaltpsychologisches Gedankengut beeinflusst. Seine Gegenüberstellung von "Zusammensetzen" versus "Zusammenwirken" von Wörtern bzw. Bedeutungen erinnert an das Diktum, das Ganze sei mehr als die Summe seiner Teile. Das Verstehen als Prozeß hin zu einer widerspruchsfreien, stimmigen semantischen Beschreibung, die die Wörter einerseits bedeutungsmäßig transparent werden läßt und ihnen zugleich den Status selbständiger Elemente nimmt (Hörmann, 1983,61), trägt augenscheinlich dasselbe Erbgut gestalttheoretischer Reflexion. Stimmigkeit und Widerspruchsfreiheit der Äußerungsinterpretation sind zwar auch nach logischen Kriterien beurteilbar, vorrangig ist aber die Idee eines Sinnganzen, einer prägnanten Einheit (Hörmann, 1983,55).

Die Gegenposition ist dazu diametral gewählt und tritt unter dem Namen Frege-Prinzip auf: Wörter sind Zeichen fester Bedeutungen und sie werden nach genauen syntaktischen Regeln zu Aussagen zusammengesetzt (Hörmann, 1983,2,7).

(2) Eine solche Dichotomie ist schwer aufrechtzuerhalten. Anstelle einer Aufzählung der Beiträge für und wider das Frege-Prinzip möchte ich hier nur auf zwei Mißverständnisse hinweisen, deren

Quelle die allzu gefällige Opposition von "Verstehen" versus "Dekodieren" sein dürfte. Zum einen: Wörter sind "Begrenzungen" für den Verstehensprozeß (Hörmann, 1983,52,55). Dies steht aber nicht in Widerspruch zur Annahme fester Bedeutungen, die sogar Beschränkungen par excellence sind. Die Frage lautet somit korrekt, wieviel Wissen um die Verwendbarkeit eines Wortes in dessen Bedeutung aufgenommen werden soll. Zweitens: Verstehen ist, so Hörmann (1983,4,50), dadurch gekennzeichnet, daß der Hörer hinterher etwas weiß, was er vorher nicht wußte. Greifbar wird dieses Phänomen in Folgerungen, die aus der vorliegenden Aussage gezogen oder weitergesponnen werden: das Ganze weist Merkmale auf, die seinen Elementen nicht eigentümlich sind. Es ist verführerisch, das Kriterium umzudrehen: habe ich durch die Äußerung nichts Neues erfahren, so habe ich sie nicht verstanden. Das ist schlicht zu restriktiv: "Ameisen sind kleine Tiere" ist sicher nichts sonderlich Neues, trotzdem wird die Aussage verstanden; nicht zuletzt ja auch, um festzustellen, daß sie nichts Neues enthält. "Verstehen" und "Neues erfahren" treten mithin auseinander. Dies ist bedenklich, da hier die Leitidee von Hörmanns Vorgehen getroffen wird.

(3) Wortbedeutungen haben einen Doppelstatus. Sie sind einerseits Orientierungspunkte oder Begrenzungen im Verstehensprozeß, sie sind aber andererseits in ihren vollen und adäquaten Bedeutungen erst aus dem Sinnganzen der Äußerung bestimmt.

Es stellt sich die Frage nach der Gewichtung beider Aspekte, sobald zu bestimmen ist, was unter einem "Wort" und seiner "Bedeutung" zu verstehen ist. Hörmann fordert, dem Wort keine verdinglichten Bedeutungen zuzuschreiben, da Wörter bedeutungsmäßig

unbestimmt oder vage seien (Hörmann, 1983, 11ff.). Andererseits belegen seine Befunde, daß ganz bestimmte Wörter im Satzgefüge in Wechselwirkung stehen, sobald zu entscheiden ist, unter welchen objektweltlichen Bedingungen die Äußerung angemessen ist oder nicht. Man wird also zumindest ein Minimum an Information "am" Wort fordern müssen, um diese wechselseitige Adaptation überhaupt möglich werden zu lassen (Hörmann, 1978, 449f.). Offenbar spielen schließlich auch Normgrößen und Größenvergleiche zwischen den Objekten eine gewichtige Rolle bei der Quantifikation.

Die Bedeutung eines Quantors wird als Konsistenzprofil operationalisiert. Die Abhängigkeit der Zustimmungshäufigkeit für "QX umfaßt n Stück" von der Objektzahl impliziert, daß Quantoren semantisch auf Mengen einzelner Objekte, letztlich also als Prädikate erster Stufe definiert sind. Die nächsten Kapitel sind den Möglichkeiten und Grenzen dieses Vorgehens gewidmet.

Der verdeckte Zählprozeß als kognitives Fundament sprachlicher Quantifikation setzt die Definierbarkeit von Quantoren auf erster Stufe voraus. Er läßt sich leicht formalisieren:

- (3.1) es gibt für jedes X im Kontext K eine natürliche Zahl m ;
- (3.2) die Menge X ist abzählbar, n sei die Kardinalität einer ansonsten beliebigen Teilmenge von X ;
- (3.3) für jede natürliche Zahl n wird festgestellt, ob $n < m$ oder $n = m$ gilt;
- (3.4) ist $n = m$, so ist n die konkrete Bedeutung von Q in K und X ;
- (3.5) ist $n < m$, so geht man zu $(n+1)$ über und wiederholt (3.3) bis (3.5).

Daraus ergeben sich einige Fragen:

Wie wird die Zahl m gewählt, wie erklärt man intra- und interindividuelle Unterschiede in der Wahl der konkreten Bedeutung eines Quantors?

Beginnt der Zählprozeß immer mit $n=1$ oder gibt es in Abhängigkeit von Q eine kleinste Zahl l , ab der ein Zählprozeß einsetzt, und ist deshalb die Bedeutung eines quantifizierten Ausdrucks schon auf ein Intervall (l,m) der natürlichen Zahlen begrenzt?

Ist l als minimal zulässige Anzahl die Beschränkung, die der Quantor Q im Verstehensprozeß einführt?

Und schließlich: man kann problemlos von "vielen Ameisen" sprechen, falls man nur einen wimmelnden Haufen vor sich hat. Liegt die Grundlage der Quantifikation also tatsächlich im Zählprozeß oder nicht viel eher in einer nicht-numerischen Mengenabschätzung? Wie verhält es sich, falls von "vielen Wolken" die Rede ist, falls sich u.U. gar keine abzählbare Menge von Wolken "individuen" definieren läßt?

(4) Ich schließe mit einigen Anmerkungen zur Methodik: (4.1) die Konsistenzprofile repräsentieren Gruppendaten, in denen die womöglich genaueren Unterscheidungen der einzelnen Beurteiler verwischt sind. (4.2) Die Wahl des Medians als Kennwert berücksichtigt weder den Verlauf noch die Spannbreite der Profile. Diese sind an den Befunden natürlich leicht abzulesen; bei Formalisierungsversuchen ist aber zu begründen, wieso z.B. multimodale Verläufe und unterschiedliche Spannbreiten der Profile aus-

zuschließen sind. (4.3) Die Aussagen über die verschiedenen Effekte von Objektbereich und Kontext werden aus dem Vergleich verschiedener Experimente gezogen, sie sind mithin empirisch nicht direkt geprüft. (4.4) Schließlich fehlen Schätzungen der Effektstärken, es liegt keine Skalierung der Effekte der verschiedenen Faktoren vor.

Zusammenfassung

Die Untersuchungen von Hörmann gestatten, vier Faktoren für die Besonderheiten der Quantifikation in natürlicher Sprache namhaft zu machen: erstens natürlich die Art des Quantors, zweitens den Objektbereich, der quantifiziert wird, drittens im Satzkontext genannte Bezugsobjekte und viertens schließlich die Anzahl der Objekte, über deren Bereich die Quantifikation erfolgt. Zu beachten sind ordinale Relationen zwischen den verschiedenen Quantoren, sowie Größenrelationen zwischen den verschiedenen Objektbereichen und zwischen Objektbereich und Kontextobjekt.

Die Bedeutung eines Quantors wird in Abhängigkeit von der Objektzahl durch die Häufigkeit der Zustimmung definiert, mit der eine bestimmte Anzahl von Objekten als verträglich mit einem bestimmten Mengenausdruck beurteilt wird. Die Bedeutung eines Quantors ist mithin auf erster Stufe, nämlich in Abhängigkeit von der Mächtigkeit einer Menge einzelner Dinge der Art X bestimmt.

Die Untersuchungen von Hörmann erlauben keine Aussagen über das Zusammenwirken und die Stärke der von ihm aufgezeigten Effekte.

Beiträge der Theorie unscharfer Mengen

Überblick

Die Theorie unscharfer Mengen ist eine Erweiterung der klassischen Mengenlehre bzw. der klassischen Prädikatenlogik erster Stufe. Die Erweiterung besteht im Übergang von zweiwertigen zu graduellen Zugehörigkeiten. Wählt man als Grundmenge X die positiven reellen Zahlen inklusive null, so ist die Bedeutung von Mengenausdrücken definiert als Gesamtheit aller Zahlen x , für die ein Ausdruck wie "ein paar" mit Grad $f > 0$ zutrifft. Die Bedeutung solcher Mengenwörter ist unbestimmt, da Zahlen zulässig sind, für die der Zugehörigkeitsgradient f Werte zwischen null und eins annimmt. Sprachliche Quantifikation " QY sind F " umfaßt zwei Stufen: (1) der Umfang der unscharfen Menge F der Grundmenge Y wird gemessen und (2) im Gradienten des Mengenwortes Q der Zugehörigkeitswert dieses Umfangs abgelesen. Durch eine spezifische Kardinalitätsformel kann sich die Zulässigkeit des Mengenwortes Q in Abhängigkeit von der Objektklasse F im Sinne eines Haupteffektes ändern; der grundlegende Bedeutungsgradient von Q bleibt aber stets konstant, er ist nicht objektklassenspezifisch.

Einige Begriffe der Theorie unscharfer Mengen

Definition (1): Eine Funktion f ist charakteristische Funktion oder Gradient einer unscharfen Menge A in einer Grundmenge X , falls für jedes x aus X eine Zahl $f_A(x)$ mit $0 \leq f_A(x) \leq 1$ existiert, so daß gilt:

- $f_A(x)=0$, falls x nicht zu A gehört;
- $f_A(x)>0$, falls x A zugehörig ist; $f_A(x)$ gibt den Grad an, zu dem x der Menge A angehört;
- $f_A(x)=1$, falls x Element von A im Sinne der klassischen Mengenlehre ist.

Für alle x der Grundmenge X gilt $f_x(x)=1$ (Zadeh, 1965,339).

Definition (2): Eine linguistische Variable ist eine Zuordnungsvorschrift, die jedem sprachlichen Ausdruck einer - durch Aufzählung oder einen Algorithmus - spezifizierten Menge sprachlicher Terme eine unscharfe Menge aus einer festen Grundmenge zuordnet. Diejenige unscharfe Menge A , die einem Term t zugeordnet ist, bildet den Begriff oder die Bedeutung von t (Zadeh, 1975b,313-322)..

Kommentar (1): f_A ist mithin Definitionskriterium einer unscharfen Menge und somit der Bedeutung eines sprachlichen Ausdrucks.

Defintion (3): Seien A und B unscharfe Mengen in einer festen Grundmenge X . Die Konjunktion bzw. die Disjunktion zweier unscharfer Mengen ist wiederum eine unscharfe Menge auf X , so daß

- $C=(A \text{ und } B)$ genau dann, wenn $f_C(x)=\min(f_A(x),f_B(x))$
- $D=(A \text{ oder } B)$ genau dann, wenn $f_D(x)=\max(f_A(x),f_B(x))$

für alle x aus X .

Das Komplement einer unscharfen Menge A ist eine unscharfe Menge $E=-A$ in X , für die gilt:

- $E=-A$ genau dann, wenn $f_E(x)=1-f_A(x)$ für alle x aus X .

Eine unscharfe Menge F auf X ist Untermenge einer unscharfen Menge G auf X - bzw. G ist Obermenge von F - genau dann, wenn $f_F(x)\leq f_G(x)$ für alle x aus X .

Zwei unscharfe Mengen sind gleich ($A=B$) genau dann, wenn sie sich wechselseitig enthalten, d.h. $f_A(x)=f_B(x)$ für alle x aus X erfüllt ist (Zadeh, 1965, 340).

Kommentar (2): Man beachte, daß alle formalen Aussagen in Definition (3) Äquivalenzbehauptungen sind.

Definition (4): Die logischen Junktoren und die sprachlichen Partikel "und", "oder" und "nicht" werden nach der Minimums-, Maximums- und Komplementregel aus Definition (3) dargestellt. Die Bedeutung einer Konjunktion bzw. Disjunktion sprachlicher Terme ist die unscharfe Schnitt- bzw. Vereinigungsmenge der Bedeutungen ihrer Konstituenten. Die Bedeutung des negierten Ausdruckes ($\neg t$) ergibt sich als Komplement derjenigen unscharfen Menge, die den Begriff des Ausdruckes t konstituiert.

Ein Ausdruck s ist Oberbegriff eines Ausdruckes t , falls der Begriff des Ausdruckes s eine unscharfe Obermenge desjenigen von t bildet. Zwei Terme a und b sind bedeutungsgleich, falls ihre unscharfen Mengen gleich sind (Zadeh, 1975b, 323, 340, 1978, 421, 422).

Definition (5): Der Grad der Zugehörigkeit eines bestimmten x aus X zur unscharfen Menge A , $f_A(x)$, und der Wahrheitswert $v_s(x)$ der Behauptung S : " x ist ein A " sind gleich: $v_s(x)=f_A(x)$; er ist mithin eine Zahl des Einheitsintervalls, d.h. der reellen Zahlen zwischen null und eins.

Der Wahrheitswert konjunktiv verknüpfter Aussagen ist das Minimum der Wahrheitswerte der konstituierenden Aussagen; für eine Aussagedisjunktion ist er das Maximum; ist v_s der Wahrheitswert der Aussage S , so ist $1-v_s$ derjenige ihrer Negation. Man verwendet

die gleichen Formeln wie in Definition (3), statt unscharfer Mengen erhält man aber Zahlenwerte zwischen null und eins (Zadeh 1975b, 323, 336, 340).

Unscharfe Kardinalität und sprachliche Quantifikation

Yager (1983, 197,198,201) entwickelt eine Semantik sprachlicher Mengenausdrücke aus folgenden Voraussetzungen:

(1) Mengenausdrücke sind als Konstituenten von Aussagen zu betrachten; diese weisen im einfachsten Fall die Struktur "QX sind F" auf, dabei ist Q ein Mengenausdruck, X eine Grundmenge und F eine unscharfe Teilmenge von X.

(2) Die Grundmenge X der Objekte, über die eine quantifizierte Aussage erfolgt, ist endlich.

(3) Der Zweck einer quantifizierten Aussage besteht darin, eine zusammenfassende Beschreibung einer Teilmenge F von X zu erbringen. Die Bedeutung eines Mengenwortes wird daher im Umfang von F verankert.

Gegeben sei also eine Aussage der Form "QX sind F" über einem endlichen Objektbereich X, z.B. "Viele Schweden sind groß". Die Bedeutung einer beliebigen Aussage wird als ihr Wahrheitswert gefaßt (Definition (5)). Er ist bei quantifizierten Aussagen vom Umfang, der "Kardinalität", jener Teilmenge von Objekten x aus X bestimmt, denen die Eigenschaft F zukommt.

Definition (6): Sei F eine unscharfe Menge der endlichen Grundmenge X, sei $f_F(x)$ der Grad der Zugehörigkeit eines beliebigen x aus X zu F. Die Kardinalität von X sei n. Die Kardinalität von F

errechnet man nach:

(1) $r = \sum_{i=1}^n f_F(x_i)$, $i=1, \dots, n$, oder:

(2) $r = 1/n \sum_{i=1}^n f_F(x_i)$, $i=1, \dots, n$.

In (1) ist r eine positive reellwertige Zahl, in (2) liegt r im Intervall zwischen null und eins (Yager, 1983, 204, 205).

Kommentar (3): Ist F eine scharf definierte Teilmenge von X , so ergibt (1) die Anzahl und (2) den Anteil derjenigen x aus X , die in F enthalten sind. Die Endlichkeit von X ist notwendig, da r sonst in (2) stets den Wert null annimmt. (Die Verwendung des gleichen Symbols r in (1) und (2) wurde von Yager übernommen.)

Die Kardinalität einer unscharfen Menge ist also entweder eine positive reelle Zahl oder ein Wert des reellen Einheitsintervalls; als Grundmengen, auf welchen die Bedeutungen sprachlicher Mengenausdrücke als unscharfe Mengen definiert sind, wird also entweder die Gesamtheit der positiven reellen Zahlen oder das reelle Einheitsintervall betrachtet.

Definition (7): Sei R die Menge der positiven reellen Zahlen, sei I die Menge der reellen Zahlen zwischen null und eins. Ist Q ein sprachlicher Mengenausdruck und ist f eine Funktion, die

(1) jedem r aus R bzw.

(2) jedem r aus I

eine Zahl $f_0(r)$ mit $0 \leq f_0(r) \leq 1$ als Grad der Zugehörigkeit von r zu Q zuordnet, so ist die resultierende unscharfe Menge aller $(r, f_0(r))$ die Bedeutung des sprachlichen Mengenausdrucks Q in der Grundmenge R bzw. I (Yager, 1983, 204). (Die Verwendung des gleichen Symbols Q für den sprachlichen Mengenausdruck und seine Bedeutung wurde von Yager übernommen.)

Verfahrensweise: Für S : "QX sind F" errechnet man zuerst die Kardinalität von F, $\text{Card}(F)=r$ nach Definition (6). In der Menge Q, die vorgegeben sein muß, liest man den zu r gehörigen Wert $Q(r)=f_Q(r)$ ab; er bestimmt den Grad der Zugehörigkeit der Kardinalität r zur Bedeutung des Ausdrucks Q. Mit Definition (5) ist $f_Q(r)$ zugleich der numerische Wahrheitswert der quantifizierten Aussage S bzw. die Zulässigkeit des Ausdrucks Q bei gegebener Kardinalität r (Yager, 1983, 204-207).

Nun sind "QX sind F" und "QX sind (F und X)" äquivalent, da mit Definition (3) $F=(F \text{ und } X)$ folgt. Diese Relation ist verallgemeinerbar:

Yager (1983, 208) berücksichtigt explizit adjektivische Modifikationen des Subjekts in Aussagen der Form "Q(TX) sind F"; T ist wiederum eine unscharfe Menge auf X, z.B. "groß" in "viele große Schweden sind dick". Offenbar treffen zwei Prädikate auf einen Teil der x aus X zu. Die zusätzliche Restriktion des Objektbereichs X durch die unscharfe Menge T wird als Schnittmengenoperation (X und T) ausgeführt. Man benutzt ferner die Relation $((X \text{ und } T) \text{ und } F)=(X \text{ und } (T \text{ und } F))=(T \text{ und } F)$.

Da "Q(TX) sind F" äquivalent "Q(TX) sind (T und F)" ist, genügt es, den Umfang der unscharfen Menge (T und F) zu untersuchen, um den Wahrheitswert der Aussage festzustellen: mit $H=(T \text{ und } F)$ bestimmt man $r=\sum_1 f_H(x_i)$, $i=1, \dots, n$, und $Q(r)$. Soll r im Einheitsintervall liegen, so verallgemeinert man Definition (6), Teil (2), indem statt $\text{Card}(X)=n$ $\text{Card}(T)=\sum_1 f_T(x_i)$, $i=1, \dots, n$, eingesetzt wird: $r=\sum_1 f_H(x_i) / \sum_1 f_T(x_i)$, $i=1, \dots, n$.

Bezüge zum Ansatz Hörmanns

(1) Will man eine Verbindung der Theorie Yagers zum Hörmann'schen Ansatz herstellen, so ist nach der Möglichkeit wechselseitiger Anpassung der einzelnen Konstituenten quantifizierter Aussagen und daraus resultierender Variation der Quantorenbedeutungen im Ansatz von Yager zu fragen.

(1.1) Die Bedeutung eines sprachlichen Mengenausdrucks ist eine auf der Grundmenge R bzw. I definierte und von jedem anderen Objektbereich unabhängige unscharfe Menge Q . Gibt man auf einem beliebigen Objektbereich X eine (un)scharfe Menge F vor, so wird deren Kardinalität r nach Definition (6) gemessen; $Q(r)$ bildet für einen bestimmten Punkt r aus R bzw. I ein Maß für die Erfüllungstheut oder die Zulässigkeit einer sprachlichen Mengenbezeichnung bei gegebenem Mengenumfang.

Hörmann ermittelt die Zulässigkeit eines Mengenausdrucks in Abhängigkeit von der Anzahl n von Objekten x bestimmter Klassen. Behandelt man die k untersuchten Objektarten als Grundmengen X_i , $i=1, \dots, k$, mit schrittweise wachsender Kardinalität $i=1, 2, \dots, n$, so folgt sofort aus

$r_i = I_h f_i(x_{hi})$, $i=1, \dots, k$, $h=1, \dots, i$, $i=1, \dots, n$, die Gleichung $r_i = i$, da $f_i(x_{hi})=1$ für alle h und i ;

somit ist $Q(r_i)$ konstant für alle Objektklassen i gleichen Umfangs i . Man zählt also im jeweiligen Objektbereich i die Zugehörigkeitswerte von i Objekten zusammen und untersucht die Zulässigkeit der Aussage " i Objekte der Art X_i sind Q ".

Behandelt man die i Objektarten als unscharfe Mengen F_i , so sind

zunächst passende Grundmengen X_l anzugeben. Man mißt dann die Kardinalität der unscharf definierten Objektarten F_l mit $r_l = \sum_h f_l(x_{hl}) \leq i$, $l=1, \dots, k$, $h=1, \dots, i$, $i=1, \dots, n$.

Bei einer festen Zahl von Objekten innerhalb eines festen Bereiches kann r in Abhängigkeit von der Zugehörigkeit der einzelnen x_{hl} zu F_l verschiedene Werte annehmen. Hörmann gibt nur die Zahl i und die Objektart F_l vor; bei der Berechnung von r_l muß außerdem bekannt sein, welche konkreten Objekte x_{hl} die Probanden unter dieses F_l fassen. Die Zulässigkeit eines Mengenausdrucks variiert somit bei fester Eigenschaft F_l und festem i mit der definitorischen Schärfe der Objektklasse.

Dies gilt auch beim Vergleich verschiedener F_l , $l=1, \dots, k$, untereinander. Man halte i konstant und untersuche die Folge r_l , $l=1, \dots, k$: zwischen zwei beliebigen endlichen Grundmengen gleichen Umfangs i ist eine eindeutige Zuordnung der Elemente x_{hl} , $h=1, \dots, i$, $l=1, \dots, k$, möglich. Insgesamt gibt es $i!$ solcher Zuordnungen zwischen einem Paar von Grundmengen. Man wähle diejenige, die Elemente mit gleich stark ausgeprägten Zugehörigkeitswerten f zur jeweiligen Eigenschaft F_l einander zuordnet. Gibt es nur einen einzigen Objektbereich, für den diese zusätzlich restringierte Zuordnung nicht erfüllbar ist, so ergeben sich für festes i abhängig von l unterschiedliche r_l und somit unterschiedliche $Q(r_l)$, $l=1, \dots, k$.

Da Q ausschließlich in Abhängigkeit von R bzw. I definiert ist, hängt es von keinem der Objektbereiche l ab; da r aber mit der Zugehörigkeit der einzelnen Objekte zur Klasse l variiert, ergeben sich Änderungen im Wert $Q(r)$, die aber nicht auf objektbe-

reichsspezifischen Veränderungen der Gesamtmenge Q zurückgehen. Bei verschiedenen Objektarten l und konstanten Objektzahlen i werden vielmehr auf dem gleichen Gradienten Q nur unterschiedliche Stützstellen herausgegriffen. Die Änderung der Zulässigkeit eines Mengenwortes in verschiedenen Objektbereichen geht also darauf zurück, daß sich die Kardinalität in verschiedenen Objektbereichen verändert hat.

(1.2) Könnte man zeigen, daß die Bedeutung eines Mengenwortes, d.h. die ganze unscharfe Menge Q , in Abhängigkeit von einem bestimmten F_1 konstruierbar ist und für verschiedene l unterschiedlich ausfällt, so entspräche dies dem Hörmann'schen Ansatz.

Man beachte, daß R bzw. I , die Grundmengen von Q , Intervalle reeller Zahlen und somit stetig sind.

Man bilde in X_1 die Menge P aller scharfen Teilmengen Z und bilde alle Schnittmengen $(Z \text{ und } F_1)$. X_1 habe den Umfang n . Mit der Menge aller $(Z \text{ und } F_1)$ ist die Menge R' aller Kardinalitäten gegeben, die beliebigen Auswahlen von i Elementen aus F_1 , $i=1, \dots, n$, zukommen. Man behauptet $R'=R$. Eine einfache kombinatorische Überlegung zeigt, daß es bei einem X_1 vom Umfang n nur $2^n - 1 = \sum (n! / (k! (n-k)!)) - 1$, $k=0, \dots, n$, Werte für r gibt, die zudem nicht alle voneinander verschieden sein müssen. Da nie $i=0$ Objekte vorgegeben werden, vermindert sich die Zahl von 2^n möglichen Auswahlen um eins. Da R stetig, also überabzählbar ist, kann es nicht gleich der Menge R' , die höchstens $2^n - 1$ verschiedene Werte enthält, sein.

R ist mithin durch kein F_1 auf einen endlichen Objektbereich X

ausschöpfbar, also gibt es keine Möglichkeit, ganz Q in Abhängigkeit von einem bestimmten F_1 zu konstruieren, somit gibt es auch keine objektbereichsspezifischen Bedeutungen von Q .

(1.3) Beim Zusatz von Adjektiven - Hörmann berichtet Unterschiede in den Zulässigkeiten für "ein paar große Autos" gegenüber "ein paar Autos" - gilt: die unscharfe Schnittmenge von Objektart und der Objektklasse mit der Eigenschaft, die im Adjektiv zum Ausdruck kommt, besitzt als Teilmenge eine höchstens so große Kardinalität wie die beiden konstituierenden Mengen: $\text{Card}(T \text{ und } F) \leq \text{Card}(F)$. Zu erwarten sind mithin Veränderungen in der Zulässigkeit eines Mengenausdrucks Q , falls man von F zu einer Teilmenge von F übergeht. Es liegt aber keine Wechselwirkung im Sinne Hörmanns vor, da für die Bestimmung der Zulässigkeit die unscharfe Menge Q als unabhängiges Meßinstrument vorausgesetzt ist. Zwar ändern sich die Zugehörigkeitswerte, die grundlegende Menge Q ist jedoch konstant.

(2) Hörmann berichtet, daß bei Einführung eines Adverbiale die Zustimmungsprofile für zwei unterschiedliche Mengenausdrücke deutlicher auseinandertreten. Im Ansatz Yagers liefe dies auf eine Änderung des Schnittmengengradienten zweier Mengenausdrücke bei gleichem Objektbereich durch eine zusätzliche Restriktion hinaus.

Für den Gradienten der Schnittmenge $Q_{12} = (Q_1 \text{ und } Q_2)$ gilt:
 $Q_{12}(r) = \min(Q_1(r), Q_2(r))$ für alle r aus R (bzw. I), also
 $Q_{12}(r) = Q_1(r)$, falls $Q_1(r) < Q_2(r)$, und $Q_{12}(r) = Q_2(r)$ sonst.

Durch eine zusätzliche Restriktion der Grundmenge ändert sich die

Kardinalität der Objektteilmenge, deren Umfang sprachlich ausgedrückt werden soll. Sei u die Kardinalität ohne diese Zusatzrestriktion, sei z diejenige mit dieser, so gilt $z \leq u$. Somit ändern sich für ein beliebiges Q auf R (bzw. I) die Zugehörigkeitswerte von $Q(u)$ nach $Q(z)$ und somit auch derjenige von $Q_{1,2}$ infolge der Restriktion.

Es ändert sich aber nur die Stelle, an der der Wert des unscharfen Gradienten $Q_{1,2}$ abgelesen wird, von u nach z . Bei systematischer Veränderung der Kardinalität i des Objektbereichs, $i=1, \dots, n$, erhält man für ein beliebiges Q eine Folge von Stützstellen $Q(r_i)$, die sich von der Folge der Stützstellen $Q(z_i)$, $i=1, \dots, n$, nur durch ihre Lage auf einem ansonsten invarianten Gradienten $Q(r)$, r aus R , unterscheidet. D.h. die Schnittmenge zweier unscharfer Mengen, somit auch der Überlappungsbereich der Bedeutungen zweier Mengenausdrücke, ändert sich nicht, falls der Objektbereich eine zusätzliche Restriktion erfährt. Diese Stabilität des Zugehörigkeitsgradienten widerspricht Hörmanns Erwartung eines größeren Bedeutungskontrastes.

Reduktion von Quantorenbedeutungen auf unscharfe Prozentwerte

Zimmer (1982, 1985) definiert die Bedeutungen von Mengenwörtern als unscharfe Mengen der Prozentwertskala. Die Zulässigkeit einer sprachlichen Quantifikation " QX sind F " umfaßt daher (1) die Bestimmung des prozentualen Anteils p der Objekte F in der Grundmenge X und (2) die Bestimmung des Zugehörigkeitswertes $Q(p)$. Die Verwendung des Prozentanteils impliziert, daß F stets scharf definiert ist.

Für die als unscharfe Prozentwertbereiche gegebenen "reinen" Bedeutungen fordert der Autor zudem (1982, 436, 437): (1) die linguistische Variable besteht aus den Termen "none", "few", "some" und "all"; diese repräsentieren in ihrer Abfolge eine Rangordnung hinsichtlich der Mengenumfänge, für die sie voll zulässig sind; (2) ein beliebiges p der Prozentwertskala gehört entweder der Bedeutung genau eines Mengenwortes Q mit $f_Q(p)=1$ an, oder es liegt im Übergangsbereich zwischen genau zwei Mengenwortbedeutungen, die in der Steigerungsreihe von "kein..." bis "alle..." unmittelbar aufeinanderfolgen; in diesem Übergangsbereich liegt die Mitgliedschaft der p zwischen null und eins; (3) es gibt keinen Prozentpunkt, der zugleich zwei verschiedenen Mengenwörtern voll zugehörig ist.

Die Prozentwertbereiche maximaler Zugehörigkeit zu einem der vier Mengenausdrücke liegen in etwa konstanten Abständen auf der Prozentskala verteilt und schließen Prozentwerte mit gleich großer Zugehörigkeit zu benachbarten Kategorien ein. Hier liegt eine Anleihe bei Wittes Bezugssystemlehre vor: ein mnestisch stabilisiertes System gestufter Urteils Kategorien beinhaltet eine Aquisektion der phänomenalen Skala, auf der die Gegenstände eines Bereiches repräsentiert sind (Witte, 1960, 225-228, 230-243).

Der Autor läßt Grundmengen unendlicher Größe zu (1985, 157). Sein Ansatz wird damit inkonsistent, da für unendlich große Mengen Prozentwerte nicht sinnvoll definiert sind (vgl. Kommentar (3)).

Die Prozentskala abstrahiert völlig von der Art der Gegenstände:

es wird nur der Anteil berücksichtigt, der mit einem bestimmten Mengenwort verträglich ist. Dies führt zu strikten Vorhersagen, die mit dem Extensionsprinzip gewonnen werden.

Definition (8): Seien X und Y zwei beliebige nichtleere Grundmengen, A eine unscharfe Menge auf X und g eine Abbildung von X auf Y ; das Extensionsprinzip fordert: das Bild $g(A)$ einer unscharfen Menge A aus X ist eine unscharfe Menge $B=g(A)$ in Y , für deren Mitglieder $y=g(x)$ gilt: $f_B(g(x))=f_A(x)$, der Bildpunkt $y=g(x)$ gehört dem Bild B der unscharfen Menge A mit dem gleichen Grad an wie x der unscharfen Menge A (Zadeh, 1975a, 236,237).

Daraus folgt: (1) für endliche Objektbereiche X vom Umfang n ist für jede Anzahl m von Objekten aus X durch die Transformation in Prozentwerte die Zugehörigkeit zur unscharfen Bedeutung eines Mengenausdrucks berechenbar; (2) sind - wie bei Hörmann - auf verschiedenen Objektbereichen X_l , $l=1,\dots,k$, die Zugehörigkeiten verschiedener Anzahlen i , $i=1,\dots,n$, von Objekten zum gleichen Mengenwort bestimmt worden, so sind diese durch eine Umformung in Prozentwerte direkt auf ihre "reinen" Bedeutungen auf der Prozentskala rückführbar.

In (1) geht man mit der Transformation g von Prozentwerten p zu Anzahlen m über $g(p)=m=p*n/100$; für ein beliebiges Q folgt mit Definition (8) $f_Q(m)=f_Q(p)$. In (2) wendet man die inverse Transformation g^{-1} an: $p=m/n*100$. Sei s die Zugehörigkeit von m zu Q im Objektbereich X , sei w diejenige vom m zu Q in Y und f diejenige von p zu Q auf der Prozentskala. Aus dem Extensionsprinzip folgt $f_Q(p)=s_Q(m)=w_Q(m)$.

Somit gibt es keine Wechselwirkung zwischen der Bedeutung des Mengenausdrucks und der Art der Objekte, über deren Bereich quantifiziert wird.

Weiter folgt für zwei Objektbereiche X und Y unterschiedlicher Kardinalität, z.B. $\text{Card}(X)=n$ und $\text{Card}(Y)=4n$, aus dem Extensionsprinzip, daß es keine Wechselwirkung zwischen Objektzahl und der Zulässigkeit eines Mengenausdrucks Q gibt. Man wähle ein bestimmtes p der Prozentskala; mit der Transformation $g: m=p*n/100$ erhält man zwei Zahlen $m_x=p*\text{Card}(X)/100$ und $m_y=p*\text{Card}(Y)/100$, im Beispiel $m_y=4m_x$. Es gibt also in beiden Objektbereichen verschiedene Anzahlen, für die Q gleichermaßen zulässig ist: durch die Wahl eines endlichen, aber beliebig großen Objektbereiches kann für eine beliebige Zahl k stets ein bestimmter Grad der Zugehörigkeit zu einem beliebigen Q erreicht werden, da eine Prozentzahl stets durch das Verhältnis zweier Zahlen darstellbar ist. Begrenzt man den Objektbereich auf n Stück und wählt ein p mit $f_Q(p)=a$, so ist durch $m=n*p/100$ eine Zahl von Objekten gegeben, die Q mit Grad a angehört. Oder man wählt eine Zahl m und rechnet denjenigen Umfang n des Objektbereiches aus, für den Q an der Stelle m die Zulässigkeit a aufweist.

Für spezielle Fälle können auch kontextabhängige Bezugssysteme für Quantorenbedeutungen formalisiert werden.

Definition (9): Seien A , B und C unscharfe Mengen in X , als konvexe Kombination von A und B bezeichnet man die unscharfe Menge $(A,B;C)$ in X , für deren Gradienten gilt (Zadeh,1965,345):

$$f_{(A,B;C)}(x) = f_C(x) * f_A(x) + (1 - f_C(x)) * f_B(x) \text{ für alle } x \text{ aus } X.,$$

Sei nun $f_c(x)=c$ für alle x , $A=Q$ die unscharfe Bedeutung eines beliebigen Mengenwortes und X die Prozentskala, so ändert sich der Gradient der konvexen Kombination von Q mit einer beliebigen auf X definierten Menge B in Abhängigkeit von der Höhe des Gradienten f_B und der Größe von c . Die Menge B gibt die prozentuale Häufigkeit an, mit der ein bestimmter Sachverhalt S zutrifft; man benötigt also eine von Q unabhängige Information darüber, in wievielen Fällen S erfüllt ist (Zimmer, 1980, 171-174, 1982, 437).

Somit liegt eine Verknüpfung der sprachlichen Quantifikation "QX sind F" mit einer unabhängigen Beurteilung der Häufigkeit des Sachverhalts "x ist ein F" für alle x aus X vor. Sie ist auf die Hörmann'schen Untersuchungen nicht anwendbar. Denn Hörmann versteht unter "Kontext" die adverbiale Ortsbestimmung, den Namen der Objektklasse und das Mengenwort. Konvexe Kombinationen bilden mithin kein geeignetes Instrument zur Untersuchung möglicher Wechselwirkungen zwischen den Bedeutungen dieser Satzglieder.

Diskussion

(1) Die Theorie unscharfer Mengen ist in vielen Punkten angreifbar (z.B. Hisdal, 1986). Ich beschränke mich auf Folgendes:

(2) Die Theorie unscharfer Mengen gerät als Auswertungsmethode in Widerspruch zu ihren eigenen Aussagen. Ihre Anwendung auf experimentelle Ergebnisse führt in folgendes Dilemma: (2.1) Graduelle Zugehörigkeiten sind Definitionskriterien für Mengen, sie weisen keinerlei stochastische Eigenschaften auf (Zadeh, 1965,

340); es handelt sich mithin nicht um Wahrscheinlichkeiten der Benennung bestimmter Objekte mit bestimmten Namen. (2.2) Dennoch setzt man empirisch ermittelte Benennungshäufigkeiten mit graduellen Zugehörigkeiten gleich (Zimmer, 1982, 1985). (2.3) Dies ist ein schwerwiegender Kategorienfehler, denn Häufigkeiten sind Schätzungen von Wahrscheinlichkeiten; diese sind "Maße", d.h. Abbildungen eines Systems scharf definierter Mengen von beobachtbaren Ergebnissen eines Experiments auf das Einheitsintervall, so daß bestimmte Axiome gelten (Henze, 1971, 18,55). Es liegt eine Formalisierung des beobachtbaren Verhaltens eines Beobachtungsgegenstandes vor.

Man betrachte zur Illustration den Münzwurf. Die Behauptung, die Münze "gehöre" gleich stark den Kategorien "Kopf" und "Zahl" an, ist absurd, da diese nicht Zustände des Objekts, sondern seines Verhaltens in einem Experiment sind: die Münze liegt nicht im Übergangsbereich von "Kopf" und "Zahl", sondern sie "wählt" diese Alternativen mit bestimmten Wahrscheinlichkeiten.

(2.4) Der Wahrscheinlichkeitsbegriff baut auf dem Begriff der Zugehörigkeit auf. Er bezieht sich jedoch auf scharf definierte Mengen beobachtbarer Ereignisse, deren Vereinbarkeit oder Unvereinbarkeit. Sie kennzeichnen das Verhalten eines Beobachtungsgegenstandes unter definierten Beobachtungsbedingungen. Interessierende Aspekte des Reizes und der Darbietungsbedingungen weisen eine scharfe (operationale) Definition auf. Mittels systematischer Variation der Reize und ihrer Präsentationsbedingungen untersucht man die Abhängigkeit solcher Wahrscheinlichkeiten von bestimmten, experimentell kontrollierten Faktoren. Aus Stärke und Richtung der Effekte unabhängiger auf abhängige Größen begründet

man eine Entscheidung über theoretische Erklärungen des beobachteten Verhaltens, die Theorie ist falsifizierbar.

(2.5) Die Theorie unscharfer Mengen betrachtet die Beobachtungsgegenstände als Ausschnitt einer Grundmenge X und die beobachteten Antworthäufigkeiten als Grade der Zugehörigkeit der Reizobjekte zu denjenigen Teilmengen von X , die die Bedeutung der betreffenden Antwortkategorie bilden. Somit wird ein direkter Bezug zwischen dem vom Experimentator gewählten Material, den vorgegebenen Antwortalternativen und dem Erklärungs-konstrukt "Begriff" bzw. "Zugehörigkeit" hergestellt, indem Grundmenge und Urteilsprofil zu einer unscharfen Menge zusammengefaßt werden. Eine solche Zusammenstellung ist stets möglich und ergo nicht falsifizierbar. "Begriffe" können für beliebige Materialauswahlen definiert werden.

(2.6) Ein Benennungsexperiment, das im Sinne der Theorie unscharfer Mengen ausgewertet wird, setzt voraus, daß für jedes vorgelegte Gegenstand-Wort-Paar eine Zustimmungshäufigkeit oder zu jedem Gegenstand die Präferenz der vorgegebenen Namen erhoben wird. Beide Vorgehensweisen entsprechen formal einem Wahrscheinlichkeitsexperiment. Die Theorie unscharfer Mengen hat jedoch bisher keine formale Aussage entwickelt, um von diesen Antwortwahrscheinlichkeiten auf unscharfe Mengen vorgegebener Gegenstände rückzuschließen. Sie weist somit keine explizite Verbindung zwischen dem theoretischen Konstrukt "unscharfe Bedeutung" und dem beobachtbaren Sprachgebrauch auf.

(3) Sätze wie "Auf dem Tisch liegen viele Bücher" erfüllen die Form " QX sind F ", falls "Bücher" als Grundmenge und "...liegen

auf dem Tisch" als (un)scharfe Prädikation interpretiert werden. Somit gelten die Vorhersagen: (3.1) neben den Haupteffekten des Mengenwortes und der Objektzahl auf die Zulässigkeit wird eine Wechselwirkung zwischen beiden Faktoren auftreten, da die Übergangszone zulässiger versus unzulässiger Objektanzahlen bei verschiedenen Mengenwörtern unterschiedlich sein wird. (3.2) Die Kardinalitäten zweier Aussagen mit den (un)scharfen Ortsbestimmungen K und L lauten bei konstantem Umfang n der Grundmenge: $r_K = \sum_1 f_K(x_i)$ und $r_L = \sum_1 f_L(x_i)$, $i=1, \dots, n$. Sind K und L scharf definiert, so folgt $r_K = r_L$, somit gilt für jedes Mengenwort Q $Q(r_L) = Q(r_K)$. Scharf definierte Kontexte haben also keinen Effekt auf die Zulässigkeit eines Mengenwortes. Sind K und L unscharf, so folgt i.a., daß r_K und r_L und damit auch $Q(r_K)$ und $Q(r_L)$ verschieden sind. Da der Kardinalitätsunterschied für alle Mengenwörter konstant ist, sind Kontexthaupteffekte zu erwarten.

Die Objektarten sind Grundmengen. Sind X und Y gleich große Grundmengen, so ist die Abbildung $y_i = g(x_i)$, $i=1, \dots, n$, eineindeutig. Somit folgt aus dem Extensionsprinzip für jeden Kontext K $r_Y = \sum_1 f_K(y_i) = \sum_1 f_K(g(x_i)) = \sum_1 f_K(x_i) = r_X$, $i=1, \dots, n$, d.h. es gibt keinen Effekt der Objektart auf die Kardinalität r, somit gilt für alle Objektarten X, Y und Mengenwörter Q $Q(r_X) = Q(r_Y)$.

Geht man von unscharfen Mengenwortbedeutungen auf der Prozentwertskala aus, so können für den gleichen Prozentwert p in verschiedenen Grundmengen X und Y gleichen Umfangs nicht verschiedene Anzahlen m_X und m_Y mit gleicher Zugehörigkeit $Q(m_X) = Q(m_Y) = Q(p)$ zu einem festen Mengenwort Q errechnet werden. Die Vorhersagen sind also unabhängig davon, ob die Mengenwortbedeutungen mit Anzahlen oder Prozentanteilen definiert sind.

Zugehörigkeiten werden als Konstrukte betrachtet, die hinreichende Bedingungen für bestimmte Effekte in den beobachtbaren Urteilen bilden (vgl. Bredenkamp, 1972, 17,18,154). Die Abhängigkeiten der Zulässigkeiten von den Faktoren Kontext, Mengenwort und Zahl sollten sich also auch in den Zulässigkeitsurteilen zeigen.

(4) Mengenwörter haben in dieser Theorie eigenständige Bedeutungen, d.h. sie sind "kategoriematische" Ausdrücke. In einer weit zurückreichenden Tradition - Wilhelm von Ockham verweist z.B. (Summe der Logik, Kapitel 4, 64, 69, 73, 74) auf den spätantiken Grammatiker Priscianus - werden sie alternativ als Synkategoremata aufgefaßt, d.h. die Funktion z.B. des Mengenwortes "alle" in "Alle Menschen sind Lebewesen" besteht darin, eine Relation zwischen "Menschen" und "Lebewesen" herzustellen. Mengenwörter werden als Anweisungen verstanden, eine Analyse des Verhältnisses zwischen Mensch und Lebewesen durchzuführen, ähnlich wie "=" in " $5=2+3$ " nicht von sich aus die Gleichheit von 5 und $(2+3)$ als gültig ausweist, sondern dazu auffordert, den Vergleich durchzuführen, um den Wahrheitswert der Gleichung festzustellen.

Man muß also nicht von reinen Bedeutungen ausgehen, aus denen Wahrheitswerte für die Zulässigkeit eines Mengenwortes abgeleitet werden. Man muß auch nicht - wie Hörmann - aus der Variabilität der Zulässigkeit auf kontextspezifische Bedeutungen schließen. Man muß nicht einmal das Postulat aufrechterhalten, daß sich Mengenwörter direkt auf Zahlbereiche beziehen. Denkbar wäre, daß sie im Rahmen eines operativen Schemas den Sprecher oder Hörer zu Entscheidungen über die Stimmigkeit einer bestimmten Behauptung führen. Dies ist Thema des nächsten Kapitels.

Zusammenfassung

In der Theorie unscharfer Mengen ist die Bedeutung von Mengenwörtern ihrer Zulässigkeit in quantifizierten Sätzen vorgeordnet. Dies steht in klarem Gegensatz zu Hörmanns Ansatz, aus den Unterschieden in der Zulässigkeit quantifizierter Sätze auf systematische Unterschiede in den Bedeutungen der Mengenwörter in verschiedenen Satzkontexten zu schließen. Zwar läßt die Theorie unscharfer Mengen Variationen der Zulässigkeit des gleichen Mengenausdrucks mit dem Satzkontext zu, es handelt sich dabei aber um einzelne Werte, die nur an verschiedenen Stellen einer ansonsten stabilen Funktion abgelesen werden; diese Funktion bildet eine invariante Zuordnungsvorschrift für Umfänge beliebiger Mengen zu Zahlenwerten, die ein Maß der Verträglichkeit bestimmter Objekanzahlen mit einem bestimmten Mengenwort bilden. Man gelangt zu folgenden Vorhersagen: (1) Objektanzahlen und Mengenwörter wirken als Haupteffekte auf die Zulässigkeit quantifizierter Sätze, zwischen beiden Faktoren tritt eine Wechselwirkung auf; (2) eine unscharfe adverbiale Ortsbestimmung wirkt als Haupteffekt auf die Zulässigkeit; (3) da die Objektarten als scharfe Grundmengen definiert sind, tritt kein Effekt der Objektart auf.

Modelltheoretische Semantik quantifizierter Aussagen

Überblick

Barwise und Cooper führen eine modelltheoretische Analyse sprachlicher Quantifikation ein: (1) Quantoren werden durch semantische Eigenschaften definiert; (2) es handelt sich um eine extensionale Semantik, da die Aussagen für Objektmengen formuliert sind; jedoch wird die Forderung nach Definierbarkeit der Quantoren auf erster Stufe fallengelassen; (3) die Gültigkeit einer zweiwertigen Logik wird vorausgesetzt; (4) der Ansatz ist zunächst auf einen bestimmten Typ von Aussagen eingeschränkt: es werden nur Behauptungen der Form "QX sind Y", z.B. "Einige Männer sind Beamte", formalisiert: ein Quantor stiftet eine Relation zwischen X und Y in der Nominal- bzw. Verbalphrase des Satzes. Eine Angleichung an die Hörmann'schen Satzmuster "(Adverbiale) sind QX" wird von Keenan und Stavi durchgeführt.

Einführende Beispiele

Der Satz "Alle Vögel sind Tiere" ist genau dann wahr, wenn die Menge der als "Vögel" bezeichneten Dinge eine Teilmenge der "Tiere" bildet. "Einige Säugetiere sind flugfähig" trifft genau dann zu, wenn die Schnittmenge der Säuger und der flugfähigen Tiere nicht leer ist.

Informell gewinnt man daraus drei Aussagen: (1) Quantoren stellen eine spezifische Beziehung zwischen zwei Klassen her; (2) als

Wahrheitsbedingung zählt, ob und wie sich beide Klassen überschneiden; (3) die Sätze bleiben beim Austausch der Zielmenge "Tiere" durch eine ihrer Obermengen, z.B. "Lebewesen", wahr.

Quantoren sind Nominalphrasen

Barwise und Cooper (1981) setzen den Quantor mit der Nominalphrase QX gleich. Das Mengenwort Q besitzt keine eigenständige Bedeutung; Mengenwörter sind Bestandteile von Quantoren und nicht mit diesen identisch.

Sprachliche Quantifikation beinhaltet die Struktur von Behauptungssätzen: man bringt das Urteil zum Ausdruck, daß die Klasse X in gewissem Umfange bestimmte Eigenschaften Y hat (Barwise und Cooper, 1981, 162, 168): ein Quantor wird formal als diejenige Funktion definiert, die der Klasse X in der Nominalphrase eine Menge von Mengen Y in der Verbalphrase mit bestimmten logisch-semanticen Eigenschaften zuordnet, so daß die Behauptung "QX sind Y" wahr wird (Barwise und Cooper, 1981, 166, 168 171, 179, Hamm, 1986, 202, 203, s.u.).

Für z.B. "Alle X sind Y" ergibt die Verknüpfung von "alle" und dem Klassenterm X den Quantor $D_a(X)$: er ordnet der Klasse X alle Klassen Y zu, die X enthalten. Die Relation D_a ist nicht erfüllt, falls ein bestimmtes Y keine Obermenge von X ist. (Der Einfachheit halber werden Klassenname und Extension mit dem gleichen Symbolen X und Y bezeichnet.)

Gegenüber der All- bzw. Existenzquantifikation der Prädikatenlo-

gik erster Stufe, bei der die Aussage als Prädikat formalisiert wird, beruht der modelltheoretische Ansatz auf einer Relation von Nominal- und Verbalphrasendenotation. Die Prädikatenlogik erster Stufe führt immer zu Aussagen "Es gibt ein x mit der Eigenschaft $P(x)$ " bzw. "alle x sind $S(x)$ ". Der Vergleich des Allquantors mit $D_a(X)$ zeigt, daß bei $D_a(X)$ das Bestimmungswort "alle" keine Variablen bindet (Westenstahl, 1984, 153, 1985, 391), sondern eine Extension X auf eine Menge anderer Extensionen "projiziert".

Entscheidend ist, daß Mengenwörter auf eine spezifische Teilgesamtheit der Individuen aus X bezogen sind, wohingegen klassische Quantoren die Grundmenge X ohne weitere Differenzierung selbst binden. Bei "mehreren...", "vielen..." oder "ein paar..." ist zunächst diejenige Teilmenge B aus X auszugrenzen, für deren Elemente eine bestimmte Aussage " QB sind S " gelten soll. Für klassische Quantoren wäre dieses Vorgehen zirkulär.

Definitionen erster oder zweiter Stufe?

Definierbarkeit auf erster Stufe bedeutet, daß alle Variablen aller Aussagen ausschließlich Individuen bestimmter Objektbereiche vertreten: jede Aussage bezieht sich auf kein, einige oder alle Individuen eines bestimmten Bereiches. Für ganze Mengen, Funktionen oder Relationen sind keine Variablen vorgesehen (Barwise und Cooper, 1981, 161). Dies führt bei der Definition sprachlicher Quantoren zu Inkonsistenzen:

Man betrachte z.B. die Menge der natürlichen Zahlen und darin die Teilmenge der durch drei teilbaren. Man beschränke die

Untersuchung zunächst auf die ersten n natürlichen Zahlen mit $1 \leq n < \infty$, diese Menge A ist also endlich; die Menge B aller durch drei teilbaren k aus A ist eine echte Teilmenge von A und es gilt $\text{Card}(B) < \text{Card}(A)$.

Definition (*): "Etliche der Zahlen k in A sind durch drei teilbar" sei wahr genau dann, wenn $0 < \text{Card}(B) < \text{Card}(A)$ erfüllt ist.

A soll also auch Elemente k enthalten, die nicht zur Teilmenge B zählen. Für endliche A ist Definition (*) konsistent.

Sei A nun die Gesamtmenge der natürlichen Zahlen, so gilt $\text{Card}(A) = \infty$. Mit Definition (*) folgt, falls die Aussage "etliche k sind durch drei teilbar" wahr ist, $\text{Card}(B) < \infty$.

B ist wie folgt konstruierbar: sei k eine beliebige natürliche Zahl, so erhält man mit $m = 3 \cdot k$ eine durch drei teilbare Zahl, d.h. B ist einfach die Menge aller Zahlen $m = 3 \cdot k$, $k = 1, 2, 3, 4, \dots$. B ergibt sich also in A durch eine Funktion $f: m = 3 \cdot k$. (Dies beweist man durch vollständige Induktion).

Man berechne nun $\text{Card}(B)$. Entscheidend ist, daß $f: m = 3 \cdot k$ eineindeutig ist; gilt nämlich $m_1 = m_2$, so folgt sofort $k_1 = k_2$, f ist somit injektiv; wählt man ein beliebiges m in B , so existiert kraft der Definition von f ein k in A , so daß die Gleichung $m = 3 \cdot k$ erfüllt ist: f ist auch surjektiv, insgesamt also eineindeutig.

Nun sind aber zwei Mengen gleichmächtig genau dann, wenn zwischen ihren Elementen eine 1:1-Beziehung existiert (v. Querenburg 1979, 6). Dies ist für unendliches A und die in A mittels f konstruier-

te Menge B der Fall. Somit folgt $\text{Card}(A) = \text{Card}(B)$.

Dieses Ergebnis widerspricht Definition (*), in der die Gültigkeit der Beziehung $\text{Card}(B) < \text{Card}(A)$ gefordert ist. "Etliche" ist mithin in voller Allgemeingültigkeit durch keine Relation (*) zwischen den Mächtigkeiten zweier Mengen definierbar.

Diese Überlegungen illustrieren ein Beweisprinzip, das ich kurz skizzieren möchte. Zu zeigen ist, daß die semantische Definition von Mengenwörtern in voller Allgemeingültigkeit, für endliche und unendliche Objektbereiche, nicht über Objektanzahlen zu erreichen ist. Der Beweis stützt sich auf das Kompaktheits- und das Löwenheim-Skolem-Theorem: Kompaktheit besagt, daß eine Aussage, die für alle endlichen Teilmengen eines Objektbereichs konsistent ist, auch für den unendlichen Gesamtbereich gilt. Der Satz von Löwenheim und Skolem besagt, daß eine Aussage, die für einen unendlichen Objektbereich gültig ist, auch für eine unendliche, abzählbare Teilmenge daraus gilt.

Man formalisiere "Die meisten A sind B" durch die Definition, daß in beliebigen endlichen Objektbereichen die Menge $C = \{A \text{ und } B\}$ größer als $D = \{A \text{ und nicht-}B\}$ ist. Aus dem Kompaktheitssatz folgt, daß diese Definition auch für unendliche C und D gilt. Dann folgt aus dem Löwenheim-Skolem-Theorem, daß sie in einer abzählbaren unendlichen Teilmenge dieses Bereichs mit ebensolchen Mengen C' und D' gilt. C' und D' sind - da abzählbar-unendlich - eineindeutig auf die natürlichen Zahlen abbildbar und mithin gleichmächtig; die geforderte Relation $\text{Card}(C') > \text{Card}(D')$ ist nicht erfüllt (Barwise und Cooper, 1981, 213-214, van Benthem und Doets, 1983, 277).

Modelltheoretische Untersuchung sprachlicher Quantifikation

Barwise und Cooper betrachten Klassenterme als Ausdrücke für Eigenschaften und formalisieren Quantoren mit einer Prädikatenlogik zweiter Stufe. Quantoren stiften Beziehungen zwischen Gesamtmen-
gen, die nicht über Objektzahlen bzw. über all- oder existenz-
quantifizierte Individuenvariablen definierbar sind.

Dieser Ansatz umfaßt die Festlegung (1) einer Grundmenge sowie derjenigen ihrer Teilmengen X, Y , die die Extensionen der Klassenterme sind, (2) der Extension der Nominalphrase QX sowie (3) einer Wahrheitsbedingung, um zu entscheiden, ob eine gegebene Aussage " QX sind Y " wahr oder falsch ist.

(1) gilt in einer rein formalen Analyse als unproblematisch: man wählt eine geeignete Menge E , so daß in der Menge aller ihrer Teilmengen die Extensionen der Klassenterme X und Y enthalten sind. (3) wird gelöst, indem man überprüft, ob der Klassenterm in der Verbalphrase zum Denotationsbereich der Nominalphrase zählt oder nicht. (2) legt man wie folgt fest:

Definition (1): Sei E eine nichtleere Grundmenge und $P(E)$ die Menge aller Teilmengen A von E . Dann sei f_Q eine Funktion, die jedem A aus $P(E)$ ein System von Mengen aus $P(E)$ zuordnet:

$f_Q: P(E) \rightarrow P(P(E))$ (Hamm, 1986, 202-203).

Kommentar (1): $P(P(E))$ umfaßt alle Zusammenstellungen beliebiger Teilmengen A aus E , die ihrerseits alle in $P(E)$ zusammengefaßt sind. Man betrachte z.B. "Alle X sind Y ": diese Aussage bleibt wahr, falls von der Extension Y zu beliebigen Obermengen von Y

übergegangen wird. Die Gesamtheit aller solcher Obermengen wird in $P(P(E))$ als "Paket" bereitgestellt. Man prüft, ob eine gegebene Denotation Y zu denjenigen Klassen zählt, die sich mit X so überschneiden, wie es von Q in QX gefordert wird. Die Wahrheit hängt davon ab, ob Y zu den zulässigen Zielmengen des Quantors QX rechnet, nicht davon, wieviele Individuen von X zu Y gehören.

Definition (2): Eine Aussage " QX sind Y " ist wahr genau dann, wenn Y im Denotationsbereich von $QX - f_Q(X) -$ enthalten ist (Barwise und Cooper, 1981, 171, 179).

Quantoren ordnen einer Klasse X Eigenschaften einer Klasse Y in gewissem Umfang zu. "In gewissem Umfang" bedeutet, daß die Gültigkeit der quantifizierten Aussage durch die Existenz einer nicht-leeren Teilklasse (X und Y) begründet ist (Barwise und Cooper, 1981, 170).

Definition (3): Eine Funktion $f_Q: P(E) \rightarrow P(P(E))$ heißt konservativ genau dann, wenn für beliebige A aus $P(E)$ gilt:

$B \models f_Q(A) \Leftrightarrow (B \text{ und } A) \models f_Q(A)$ (Barwise und Cooper, 1981, 176, van Benthem, 1984, 405, Hamm, 1986, 206).

Definition (4): Quantoren sind eine Klasse konservativer Funktionen $f_Q: P(E) \rightarrow P(P(E))$ (Barwise und Cooper, 1981, 176, Hamm, 1986, 206, Keenan und Stavi, 1986, 260, 274-276, Westerstahl, 1984, 153).

Kommentar (2): Gehört B zum Denotationsbereich $f_Q(A)$ der Nominalphrase QA , so auch $(B \text{ und } A)$ und umgekehrt. Die durch den Quantor hergestellte Relation zwischen A und B gilt genau dann, wenn eine

nicht-leere Teilklasse (A und B) existiert, in der sich A und B überschneiden. Zur Definition eines spezifischen Quantors sind für das Mengensystem f_Q zusätzliche formale Eigenschaften einzuführen.

Somit ist ein Kriterium für die Entscheidung festgelegt, ob eine gegebene Nominalphrase ein Quantor ist. Das Kriterium ist für die Gesamtklasse der Quantoren gefordert; es ist aber nicht aus allgemeineren Prinzipien beweisbar, ob die Klasse aller Quantoren durch das Merkmal der Konservativität ausgeschöpft wird. Grenzfälle sind mithin nicht auszuschließen.

Definition (4) grenzt eine Vielzahl von Nominalphrasen als Quantoren aus, so z.B. Possessiva: die Sätze "Barbaras Hunde sind zottig" und "Barbaras Hunde sind zottige Hunde" sind nämlich äquivalent, also gilt (" B 's H sind Z " $\Leftrightarrow$ " B 's H sind (H und Z)") $\Leftrightarrow$ ($Z \in f_s(H) \Leftrightarrow (Z \text{ und } H) \in f_s(H)$). Weitere Beispiele sind Zahlen(bereichs)angaben wie "mindestens...", "höchstens...", "unendlich viele..." oder "genau n ...", der bestimmte Artikel, Eigennamen, hinweisende Partikel wie "diese..." und natürlich Verknüpfungen von Mengenwörtern und Klassentermen (Barwise und Cooper, 1981, 164-165, Keenan und Stavi, 1986, 253-256).

Definition (5): Seien A, B und E wie bisher gegeben; sei ferner E in F enthalten. Seien $f_Q: P(E) \rightarrow P(P(E))$ bzw. $g_Q: P(F) \rightarrow P(P(F))$ Funktionen wie in Definition (1); f heißt konstant, falls für beliebige A und B aus E gilt: $B \in f_Q(A) \Leftrightarrow B \in g_Q(A)$ (Westenstahl, 1984, 153).

Kommentar (3): Die Denotation konstanter Quantoren QA bleibt

invariant, falls die ursprüngliche Grundmenge erweitert wird.

Definition (6): Sei s eine Permutation der Elemente einer Grundmenge E ; eine Funktion $f_0: P(E) \rightarrow P(P(E))$ ist permutations-invariant, falls für beliebige A, B aus E gilt: $B \in f_0(A) \Leftrightarrow s(B) \in f_0(s(A))$ (Westenstahl, 1984, 154).

Kommentar (4): Gelten Permutierbarkeit und Konstanz, kommt es bei der Quantifikation letztlich nur auf die Zahl der Elemente in den Klassen an (van Benthem, 1984, 445, Westenstahl, 1984, 154): "Zehn Fahrräder stehen vor dem Haus" bzw. "Zehn Autos stehen vor dem Haus" erfüllen die gleichen Wahrheitsbedingungen: ersetzt man jedes Fahrrad vor dem Haus durch ein Auto und berücksichtigt die jeweils zutreffenden Klassennamen, so entstehen jeweils wahre Aussagen. Die Relation Q zwischen zwei Klassen X und Y ist in eine inhaltsneutrale Relation R_0 zwischen den Mächtigkeiten der Klassen überführbar, aber nicht umgekehrt: es gilt $Y \in f_0(X) \Rightarrow \text{Card}(X) R_0 \text{Card}(Y)$; ist z.B. $Y \in \text{alle}(X)$, so folgt $\text{Card}(X) \leq \text{Card}(Y)$. Beschränkt man sich auf endliche Grundmengen, so ist jeder Quantor in eine Relation zwischen denjenigen natürlichen Zahlen, die den Umfängen der Klassen X und Y entsprechen, überführbar und umgekehrt: $Y \in f_0(X) \Leftrightarrow \text{Card}(X) R_0 \text{Card}(Y)$ (van Benthem, 1984, 447, Hamm, 1986, 217, Westenstahl, 1984, 154).

Man beachte, daß die Überführung quantifizierter Aussagen in Kardinalitäten und deren Verhältnis aus einer umfassenderen Theorie abgeleitet ist und nicht einfach eine Gleichsetzung von Quantoren und numerischen Aussagen gefordert wird. Die Erfüllung von Konservativität, Konstanz und Permutierbarkeit ist für jede vorgeschlagene formale Definition eines Quantors eigens

zu prüfen.

"Einige", "mehrere", "wenige" und "ein paar"

Definition (7): Der Denotationsbereich $f_e(X)$ von "einige X" umfasse alle Y einer Grundmenge E, deren Schnittmenge mit X nicht leer ist, so daß $\text{Card}(X \text{ und } Y) \geq 1$.

"Einige X" ist konservativ: ist nämlich $Y \in f_e(X)$, so folgt aus Definition (7), daß $(X \text{ und } Y)$ nicht leer ist, also erfüllt auch $(X \text{ und } Y)$ selbst Definition (7) und es folgt $(X \text{ und } Y) \in f_e(X)$; ist $(X \text{ und } Y) \in f_e(X)$, so erfüllt jede Obermenge von $(X \text{ und } Y)$, insbesondere Y selbst, Definition (7), also gilt auch $Y \in f_e(X)$. "Einige X" ist konstant: sei Y eine Teilmenge von E, sei $Y \in f_e(X)$; mit Definition (7) folgt, daß $(X \text{ und } Y)$ in E nicht leer ist, dann ist $(X \text{ und } Y)$ auch in F, einer Obermenge von E, nicht leer, also gilt auch $Y \in f_e(X)$; ist $Y \in f_e(X)$, so gilt, da Y laut Voraussetzung in E enthalten ist, daß auch $(Y \text{ und } X)$ in E liegt; da $Y \in f_e(X)$, ist $(X \text{ und } Y)$ nicht leer, aus Definition (7) folgt daher $Y \in f_e(X)$. "Einige X" ist permutationsinvariant: angenommen $x_1 \in (X \text{ und } Y)$, $1 \leq i \leq n$, n beliebig; jede Permutation der Elemente in E ändert nur den Index i dieser Elemente, die Überlappung der beiden Klassen wird nicht durch die Art der Aufzählung ihrer Elemente beeinflusst.

Dieses Ergebnis ist nicht überraschend, da Definition (7) auf dem klassischen Existenzquantor aufbaut. "Mehrere", "wenige" und "ein paar" erweisen sich jedoch als Problemfälle.

Barwise und Cooper (1981, 171, 181, 182, 185, 193) führen "some X", "several X", "many X", "few X" und "a few X" als Quantoren auf, ohne spezifische Definitionen anzugeben. Das wesentliche Merkmal der Konservativität ist mithin nicht nachweisbar; intuitiv scheint es erfüllt zu sein, falls man Beispielsätze wie "Ein paar Bäume sind Tannen" und "Ein paar Bäume sind Tannenbäume" betrachtet: ihre wechselseitige Überführung ist offenbar zulässig.

Van Benthem (1984, 445) weist ohne nähere Erläuterung darauf hin, daß "few" und "many" "pragmatisch besetzt" seien: deshalb sei die Forderung nach Überführbarkeit der vom Quantor gestifteten Relation zwischen Klassen in eine Relation zwischen den Klassenumfängen nicht zu erfüllen. Damit ist aber nicht gesagt, daß "viele" und "wenige" das Merkmal der Konservativität verletzen.

Westenstahl (1985, 401-405) erörtert die Wirkung einer pragmatischen Komponente anhand versuchsweiser Definitionen des Quantors "viele X". Er betrachtet nur endliche Grundmengen E:

(1) Gegeben sei folgendes Satzpaar. "Viele Studenten dieses Kurses sind Rechtshänder" und "Viele Studenten dieses Kurses erreichen die Bestnote". Ist "Viele S" ein Quantor, so gilt: $R \varepsilon f_v(S) \Leftrightarrow (R \text{ und } S) \varepsilon f_v(S) \text{ und } B \varepsilon f_v(S) \Leftrightarrow (B \text{ und } S) \varepsilon f_v(S)$. Sind nun die Rechtshänder und nur diese die Bestnotenoten des Kurses, so folgt: $A = (R \text{ und } S) = (B \text{ und } S)$, denn beide Schnittmengen umfassen die gleichen Personen. Also gilt: $R \varepsilon f_v(S) \Leftrightarrow B \varepsilon f_v(S)$ (*).

Sei nun $\text{Card}(S)=30$ und $\text{Card}(A)=10$. Zehn Rechtshänder unter dreißig Studenten sind sicher nicht "viele", aber zehn von

dreißig mit Bestnote sind "viele". Also gilt zwar $\text{Bef}_v(S)$, aber nicht $\text{Ref}_v(S)$, die Äquivalenzrelation (*) ist somit nicht erfüllt, ergo ist "viele S" nicht konservativ.

(2) Man definiere "Viele S sind X" sei wahr genau dann, wenn $\text{Card}(X \text{ und } S) > k * \text{Card}(S)$ mit $0 < k < 1$ ist. "Viele S" ist dann konservativ: gilt $X \text{ef}_v(S)$, so folgt bereits aus der Definition $\text{Card}(S \text{ und } X) > k * \text{Card}(S)$, also gilt $(X \text{ und } S) \text{ef}_v(S)$; ist $(X \text{ und } S) \text{ef}_v(S)$, so gilt $\text{Card}(S \text{ und } X) > k * \text{Card}(S)$; da $\text{Card}(X) > \text{Card}(S \text{ und } X)$, folgt $\text{Card}(X) > k * \text{Card}(S)$, ergo $X \text{ef}_v(S)$. Da "viele S" durch eine Kardinalitätenrelation definiert ist, sind Konstanz und Permutierbarkeit erfüllt.

k nimmt in Abhängigkeit von der gewählten Zielmenge X unterschiedliche Werte an, somit schwankt die genaue Denotation des Quantors "viele S" mit der jeweiligen Aussage "Viele S sind X", k hängt jedoch nicht von S ab.

(3) "Viele S sind X" sei wahr genau dann, wenn $\text{Card}(X \text{ und } S) > \text{Card}(S) * \text{Card}(X) / n$, wobei n der Umfang der Grundmenge E sei. "Viele S" ist dann nicht konservativ: gilt z.B. $X=E$, so folgt fälschlich $\text{Card}(S \text{ und } E) = \text{Card}(S) > \text{Card}(S)$. Aufgrund der Abhängigkeit von $\text{Card}(E)=n$ ist bei dieser Definition auch die Konstanz nicht erfüllt.

(4) "Viele S sind X" sei wahr genau dann, wenn $\text{Card}(X \text{ und } S) > k * \text{Card}(X)$; die Denotation von "viele S" ist dann zwar konstant, aber nicht konservativ, da für $X=E$ stets $\text{Card}(S) > k * n$ folgt.

(5) "Viele S sind X" sei wahr genau dann, wenn $\text{Card}(X \text{ und } S) >$

n_x , wobei n_x eine von der Grundmenge E abhängige untere Schranke für die Zahl an Individuen sei, die sowohl zu X als auch zu S zählen. Diese Definition sichert die Konservativität, aber nicht die Konstanz der Denotation von "viele S".

Ähnliche Probleme ergeben sich, falls man für "mehrere A" formal gleiche Definitionen mit einer von k verschiedenen Zahl l ansetzt. Sie treten ebenfalls für "wenige A" oder "ein paar A" auf, falls $\text{Card}(A \text{ und } X) < m \cdot \text{Card}(A)$ usf. gesetzt wird.

In den Definitionsvorschlägen (2) - (5) wird die pragmatische Komponente durch Parameter einer oder mehrerer der Klassen S, X und E verankert, um eine formal einheitliche Definition von "viele S" zu erreichen. Partee (vgl. Westenstahl, 1985, 404) verweist mit dem Beispiel "Viele Jungen verabreden sich mit vielen Mädchen" auf die Möglichkeit, daß "viele..." innerhalb des gleichen Satzes zu unterschiedlichen Interpretationen zwingen kann. Trotz des gleichen Bestimmungswortes wird in Nominal- und Verbalphrase nach Maßgabe unterschiedlicher Norm- oder Standard-situationen auf Klassen verschiedenen Umfangs Bezug genommen. Eine vergleichbare Abhängigkeit von äußeren Umständen oder Normalsituationen liegt nach Keenan und Stavi (1986, 157, 158) bei Sätzen wie "Heute sind viele Besucher im Zoo" vor. Die gleiche Zahl von hundert Besuchern mag bei Regenwetter mit "viele" verträglich sein, sonst aber nicht. "Viele B" kann sogar eine Wertung einschließen, falls man es als "überraschend viele..." auffaßt.

Offenbar sind beim gegenwärtigen Stand der Theorie "viele...", "wenige..." und "ein paar..." nur bedingt mit dem modelltheoreti-

schen Ansatz vereinbar.

Bezüge zur Theorie Yagers

Der Wahrheitsgrad einer Aussage "QX sind A" sei gleich dem Grad der Zugehörigkeit $Q(r)$ des Summenwertes $r = \sum_{i=1}^n f_A(x_i)$, $i=1, \dots, n$ zur unscharfen Menge Q; dabei ist X eine endliche Grundmenge vom Umfang n, A eine unscharfe Menge von X; für alle x_i , $i=1, \dots, n$, x_i aus X, gibt $f_A(x_i)$ den Grad der Zugehörigkeit des i-ten Elementes x_i aus X zu A an; r ist die unscharfe Kardinalität von A (s.o.).

Man wähle ein beliebiges a zwischen null und eins und bilde die Menge $K(A)$ der unscharfen Mengen A aus X, die bei der Aussage $P: "QX \text{ sind } A"$ einen festen Wahrheitswert $a=Q(r)$ ergeben. Diese Klasse $K(A)$ der Mengen A, die alle die Aussage P gleich gut erfüllen, ist auf die Merkmale der Konservativität, Konstanz und Permutierbarkeit hin zu untersuchen.

Sei also A eine unscharfe Teilmenge von X mit $Q(r)=a$, $r=\sum_{i=1}^n f_A(x_i)$, $i=1, \dots, n$; nun gilt $A=(A \text{ und } X)$, da $f_A(x_i) = \min(f_A(x_i), f_X(x_i)) = \min(f_A(x_i), 1)$ für alle x_i aus X, $i=1, \dots, n$; somit folgt $\sum_{i=1}^n f_A(x_i) = \sum_{i=1}^n f_{(A \text{ und } X)}(x_i)$, $i=1, \dots, n$, also ist $(A \text{ und } X)$ ein Element der Klasse $K(A)$, genau dann, wenn A zu $K(A)$ zählt.

Die Reduktion der Zulässigkeit einer quantifizierten Aussage auf die unscharfe Kardinalität der Extension des Satzobjekts ist mithin konservativ.

Diese Reduktion ist auch konstant im Sinne der Modelltheorie: man

betrachte zwei Grundmengen X und Y , X sei ganz in Y enthalten, A sei eine unscharfe Teilmenge von X . Dann gilt: $A = \{A \text{ und } X\} = \{A \text{ und } Y\}$. Somit unterscheiden sich $r = \sum_i f_A(x_i)$ und $s = \sum_j f_A(y_j)$, $i=1, \dots, n$, $j=1, \dots, t$, $n < t$ nicht, wie folgende Überlegung zeigt: durch eine geeignete Aufzählung erreicht man $y_1 = x_1$ $i=1, \dots, n$; ferner gilt für alle y_k in $(Y-X)$ $f_A(y_k) = 0$, $k=(n+1), \dots, t$. Somit folgt $\sum_i f_A(x_i) = \sum_i f_A(y_i) + \sum_k f_A(y_k)$ $i=1, \dots, n$, $k=(n+1), \dots, t$. Daraus folgt $r=s$ und somit auch $Q(r)=Q(s)$: die Zulässigkeit ändert sich also nicht, falls X gegen eine Obermenge Y ausgetauscht wird.

Die Zulässigkeit sensu Yager ist auch permutationsinvariant. Man beachte, daß die Summe $r = \sum_i f_A(x_i)$ $i=1, \dots, n$ über alle Elemente aus X gebildet wird. Mit dem Extensionsprinzip folgt für eine beliebige Permutation p der Elemente von X $f_A(x_i) = f_A(p(x_i))$ für alle $i=1, \dots, n$. Somit gilt $Q(r)=Q(s)$ mit $s = \sum_i f_A(p(x_i))$ $i=1, \dots, n$.

Bezüge zu Hörmann

(1) Keenan und Stavi (1986, 299-307) legen eine modelltheoretische Analyse quantifizierter Sätze der Form "Einige Männer sind im Garten" vor. Sie stellen den Anschluß an Barwise und Cooper mit der Umformung "Es gibt..." bzw. "Da sind einige Männer im Garten" her. Solche Sätze enthalten drei wesentliche Teile: (1.1) die Wendung "Da sind...", (1.2) die Konstituente QM , wobei Q ein Bestimmungswort und M ein Klassenname ist, und (1.3) eine nähere Bestimmung R von QM durch ein Adverb, einen Relativsatz, ein Partizip oder ein Adjektiv.

Der Quantifikation ist eine Zuordnung zwischen Klassen eigen. Mit einer speziellen Interpretation von "Da sind..." gewinnt man den Partner der Klasse M: da von einigen Männern im Garten gesagt wird, daß sie vorhanden sind, bezeichnet "Da sind..." nach Keenan und Stavi (1986, 300) schlicht die Klasse I der Individuen bzw. der Dinge, die vorhanden sind. Ein "Es sind..."-Satz ist mithin wahr genau dann, wenn I im Denotationsbereich der durch R modifizierten QM liegt (vgl. Definition (2), (3)): $I \varepsilon f_Q(R \text{ und } M)$.

Der extensionale Ansatz - man betrachtet ja nur Klassen von Dingen oder von Individuen - beinhaltet eine äquivalente Wahrheitsbedingung: im Beispielsatz bezieht man sich auf die Dinge, die im Garten sind, er ist also wahr genau dann, wenn die Klasse R zum Denotationsbereich von QM zählt: $R \varepsilon f_Q(M)$.

Definition (8): Eine Funktion f_Q heißt "existentiell", falls für alle M,R gilt: $R \varepsilon f_Q(M) \Leftrightarrow I \varepsilon f_Q(M \text{ und } R)$ (Keenan und Stavi, 1986, 300).

"Einige..." erfüllt Definition (8): gilt nämlich $R \varepsilon f_Q(M)$, so gilt mit Definition (3) und (7) $\text{Card}(R \text{ und } M) > 0$; da $(R \text{ und } M)$ eine Teilmenge von Individuen ist, folgt $\text{Card}(R \text{ und } M) = \text{Card}(I \text{ und } (R \text{ und } M)) > 0$, also folgt $I \varepsilon f_Q(R \text{ und } M)$ und vice versa.

Ein vergleichbarer Nachweis ist für "ein paar...", "wenige..." oder "mehrere..." nicht möglich, da präzise Definitionen der einschlägigen Quantoren fehlen (s.o.).

(2) Hörmann setzt Quantoren und Mengenwörter einander gleich und operationalisiert deren Bedeutungen durch Zustimmungsprofile, die

für jedes Mengenwort in Abhängigkeit von Objektanzahlen aufgeschlüsselt nach Objektklassen und adverbialen Kontexten ermittelt werden. Barwise und Cooper definieren Quantoren als Nominalphrasen mit bestimmten logisch-semantischen Eigenschaften: Quantoren bilden Schlußregeln, um die Konsistenz bestimmter Aussagen zu überprüfen, sie sind nicht direkt von Objektzahlen abhängig.

Betrachtet man endliche Grundmengen, wird die relative Unabhängigkeit z.B. für "alle..." und "einige..." von den Zahlen deutlich: "Alle X sind Y" ist wahr genau dann, wenn $\text{Card}(X) \leq \text{Card}(Y)$ gilt, d.h. alle Zahlenpaare (n_x, n_y) erfüllen die Relation, solange n_x nicht größer als n_y wird. "Einige X sind Y" ist wahr genau dann, wenn $k = \text{Card}(X \text{ und } Y) > 0$ erfüllt ist. Man beachte, daß X nicht die Klasse z.B. der Männer schlechthin bezeichnet, sondern als Sammelname die in der gewählten Grundmenge E vorhandenen Vertreter dieser Spezies denotiert. Fordert man also wie Hörmann dazu auf, sich auf i Stück der Art X, $0 < i \leq n$ zu beziehen, so ist "einige X" für alle diese i gleichermaßen zulässig.

(3) Hörmann hat die Fälle "ein paar...", "einige..." und "mehrere..." untersucht: davon sind "ein paar.." und "mehrere..." modelltheoretisch problematisch, "einige..." zählt dagegen zu den Parafällen. Es gelten folgende Vorhersagen:

(3.1) Für "einige..." ist strikte Inhaltsneutralität vorherzusagen, d.h. es tritt weder ein Effekt der Objektklasse noch des Kontextes auf. Da die Aufgaben bei Hörmann so gestellt sind, daß eine bestimmte Anzahl von z.B. Menschen vor z.B. einer Hütte vorgegeben werden, entspricht diese Anzahl eben der nicht-leeren Teilklasse "Menschen vor der Hütte", die für die Zulässigkeit der

Aussage ausschlaggebend ist. Jeder dieser Sätze erfüllt für beliebige Anzahlen i , $0 < i \leq n$, die modelltheoretische Definition von "einige...".

(3.2) Für "ein paar..." oder "mehrere..." gilt:

Geht man von Westenstahls Kardinalitätsungleichungen aus, so ist zu beachten, daß für die Hörmann'schen Satzmuster $\text{Card}(S \text{ und } Y) = \text{Card}(S) = \text{Card}(Y)$ gilt: die Menge der Objekte, auf die sich die Probanden beziehen, ist explizit der Menge dieser Objekte vor einem bestimmten Gebäude gleichgesetzt. Sie ist zugleich mit der Grundmenge zu identifizieren, da die Probanden bei ihrem Urteil keine anderen Dinge zu berücksichtigen haben. Mit diesen Einschränkungen ist nur Westenstahls Vorschlag (5) konsistent, der die Zulässigkeit eines Satzes von einer bestimmten Objektzahl n_E abhängig macht, die für die jeweilige Grundmenge E spezifisch ist. Da sich in der Hörmann'schen Untersuchung die Grundmengen ändern, sind Wechselwirkungen zwischen Mengenwort, Objektzahl, Kontext und Objektart zu erwarten.

Diskussion

(1) Die Darstellung wurde weitgehend informell gehalten. Zur Vertiefung verweise ich auf die zitierten Beiträge sowie die Sammelbände von van Bentham und ter Meulen (1985) und Gardenfors (1986).

(2) Die Modelltheorie geht von einem abstrakten Sprachsystem aus. Also könnten hier sämtliche Einwände Hörmanns gegen eine "Psycho-

linguistik" wiederholt werden, die ihre Hypothesen direkt einer formalen Linguistik verdankt (z.B. Hörmann, 1978, Kapitel eins, fünf, acht). Hörmann bietet eine gestalttheoretisch fundierte Konstanzleistung zur "Erklärung" des Satzverstehens an, die auf keine weiteren Prinzipien zurückgeführt wird.

Eigentlich bewertet Hörmann nur bestimmte Effekte des adverbialen Kontextes und der Objektklasse als Beleg für die Wirksamkeit der "Sinnkonstanz". Sie stellt sich sozusagen zwingend und unausweichlich ein, ohne sie ist ein Satzverstehen nicht denkbar. Sie bedarf als zwingend-evidentes Phänomen offenbar keiner weiteren Erklärung.

Sicherlich stellt die Modelltheorie eine zu weitgehende Abstraktion dar, da sie sowohl intra- als auch interindividuelle Unterschiede bei der sprachlichen Quantifikation außer Betracht läßt. Sie ist jedoch als Theorie reicher und fundierter:

(2.1) Das Merkmal der Konservativität bildet einen einleuchtenden Ausgangspunkt für jede Quantifikation, auch für solche Fälle, die nur unter Einführung kontextspezifischer Kardinalitätsschranken behandelt werden können. Dieses Merkmal besagt, daß für eine Klasse X in gewissem Umfange auch Eigenschaften der Klasse Y zutreffen: Konservativität beinhaltet eine formal ausgedrückte, nähere Bestimmung der Nominalphrasendenotation durch die Verbalphraseninformation. Dies entspricht m.E. genau dem Kriterium des Satzverstehens bei Hörmann, nämlich daß der Hörer oder Leser eines Satzes etwas Neues über einen bestimmten Sachverhalt erfährt.

(2.2) Die Modelltheorie stellt sprachliche Quantoren als Schlußregeln dar, die in beliebigen Denotationsbereichen in gleicher Weise zu handhaben sind. Die Bedeutungen von Klassentermen sowie der Quantoren als Klassenrelationen werden extensional gefaßt: steht fest, welche Individuen eines bestimmten Ausschnitts der Dingwelt unter die Klassennamen fallen, kann die Zuordnung der Klassen via sprachlicher Quantifikation nach expliziten Regeln auf Gültigkeit untersucht werden. Eine quantifizierte Aussage der gesprochenen Sprache kann anhand logisch-semantischer Kriterien untersucht und expliziert, Effekte des adverbialen Kontextes oder der Objektklasse können formal aufgewiesen werden.

(3) Die modelltheoretisch begründete Quantifikation führt bei "ein paar...", "wenige...", "viele..." oder "mehrere..." zu den gleichen Vorhersagen wie der Hörmann'sche Entwurf. Für "einige..." sind dagegen Unabhängigkeit von Objektklasse, adverbialem Kontext und der Objektzahl vorherzusagen. Diese Vorhersagen sind aus einer Theorie abgeleitet, nicht auf induktivem Wege aus diversen, im einzelnen anfechtbaren Untersuchungen generalisiert.

Der wesentliche Nachteil des modelltheoretischen Entwurfs liegt darin, daß er keine Fluktuation im Gebrauch der Regeln zuläßt, da sein Anliegen in einer logischen Ableitung von Wahrheitswerten, nicht in der Vorhersage des tatsächlichen Sprachverhaltens besteht.

Zusammenfassung

Mengenwörter bilden synkategorematische Ausdrücke, d.h. sie bringen in Verbindung mit Klassentermen zum Ausdruck, in welchem Umfang eine Klasse X Merkmale der Klasse Y aufweist. Die Verbindung von Mengenwort und Klassenterm bildet einen Quantor; er zählt zur syntaktischen Kategorie der Nominalphrasen; seine Denotation ist durch logisch-semantiche Eigenschaften festgelegt, die eine Klasse in der Verbalphrase oder Adverbiale erfüllen muß, um eine konsistente quantifizierte Aussage zu gewährleisten.

Für "wenige...", "ein paar..." und "mehrere..." ergeben sich die gleichen Vorhersagen wie bei Hörmann, nämlich Wechselwirkungen zwischen Mengenwort, Objektzahl, Objektart und adverbialer Ortsbestimmung. "Einige..." dagegen ist von Objektzahl, Objektart und Kontext unabhängig. Alle diese Vorhersagen sind - anders als bei Hörmann - aus einer umfassenderen Theorie formal abgeleitet.

Untersuchungshypothesen

(1) Aus den Hörmann'schen Überlegungen folgt: für jeden Probanden sind Wechselwirkungen zwischen den Faktoren

- adverbialer Kontext
- Objektklasse
- Mengenwort
- Objektanzahl

zu erwarten, falls die Zulässigkeit einer quantifizierten Aussage der Art "Vor der Hütte stehen ein paar Menschen" bei einer bestimmten Anzahl von Objekten zu beurteilen ist.

Die Hauptuntersuchung sieht zwei Arten der Darbietung der Zahlinformation vor. Das Zusammenwirken der Satzglieder und der numerischen Information tritt mit der Art der Darbietung nicht in Wechselwirkung; da die Objektzahlen jeweils mühelos abzulesen sind, kann der von Hörmann angenommene Zählprozeß in beiden Vorgabearten ungestört in Wirkung treten.

Bei der Untersuchung des Hörmann'schen Ansatzes aus der Sicht der unscharfen Bedeutungslehre und der Modelltheorie ergeben sich weitere prüfbare Vorhersagen:

(2) Im Ansatz Yagers sind folgende Effekte zu erwarten:

Beruhet das Urteil auf scharfen Kardinalitäten, die mit den Mengenwörtern unterschiedlich gut verträglich sind, so sind für jeden Probanden Haupteffekte der Faktoren

- Objektzahl und

- Mengenwort

vorherzusagen; ferner ist eine

- signifikante Wechselwirkung dieser beiden Faktoren zu erwarten.

Beruht es auf unscharfen Kardinalitäten, so tritt außerdem noch ein Haupteffekt des Kontextes auf.

Die Urteile sind unabhängig von der Objektart.

(3) Aus der Modelltheorie ist für "ein paar..." und "mehrere..." für jeden Probanden eine Wechselwirkung von

- Kontext

- Objektklasse

- Mengenwort

- Objektzahl

abzuleiten.

Für "einige..." gilt hingegen per definitionem Unabhängigkeit von Objektklasse, Objektzahl und Kontext.

Weder bei Yager noch in der Modelltheorie wird eine Abhängigkeit der Quantifikation von der Art der Darbietung der Objektzahl angenommen. Somit wird keine Wechselwirkung mit den übrigen Designfaktoren erwartet.

Die Hypothesenprüfung zielt explizit auf eine Trennung intra- und interindividueller Unterschiede bei der Beurteilung quantifizierter Sätze: alle vorhergesagten Effekte müssen sich bei Gültigkeit des jeweils zugrundegelegten Ansatzes im individuellen Verhalten zeigen.

Die Gestaltung des Experimentes

Materialien

Aus den adverbialen Bestimmungen

- Vor der Fabrik
- Vor der Garage
- Vor dem Haus,

den Mengenausdrücken

- ein paar
- einige
- mehrere

und den Objektklassennamen

- Ballen
- Tonnen
- Kisten
- Schränke

werden alle möglichen Sätze der Art

- Vor der Fabrik stehen ein paar Ballen

gebildet; insgesamt ergeben sich 36 Sätze mit allen möglichen Verknüpfungen der Orts-, Mengen- und Objektbezeichnungen.

Diese 36 Sätze bilden die sprachliche Information in zwei Versuchsbedingungen, die sich in der Art der Darbietung der Zahlinformation unterscheiden.

Versuchsbedingungen

(1) In Anlehnung an das Hörmann'sche Vorgehen werden in der Zahlenbedingung die Sätze zusammen mit jeweils einer der konkreten Anzahlen $n=5,6,7,8,9,10,11$ vorgegeben. Jede Aufgabe folgt dem Muster:

Vor der Fabrik stehen ein paar Ballen.

Stellen Sie sich vor, es sind genau 5 Stück.

Trifft dann die obige Behauptung zu, ja oder nein?

Jede dieser Aufgaben ist auf ein eigenes Blatt gedruckt, so daß der Proband immer nur die gerade anstehende Aufgabe vor Augen hat.

Enthält der Satz die Mengenausdrücke "einige" oder "mehrere", so wird er zusammen mit jeder der Anzahlen $n=5, \dots, 11$ vorgelegt. Im Fall von "ein paar" treten nur die Anzahlen $n=5,6,7,8$ auf. Satz- und Zahlinformation sind mithin nicht vollständig durchkombiniert, denn es steht auf Grund bisheriger Daten nicht zu erwarten, daß "ein paar" bei Anzahlen größer acht zu deutlich von null verschiedenen Kennwerten führt (s.u.). Insgesamt gibt es 216 verschiedene Aufgaben.

(2) Die zweite Versuchsbedingung -die Bildbedingung- beinhaltet die Vorgabe der Zahlinformation in einer schematischen bildlichen Darstellung des im Satz ausgesagten Sachverhaltes.

Das ca. Din-A-5-formatige Bild enthält in der rechten Hälfte die schematisierte Seitenansicht einer Garage, eines Hauses oder einer Fabrik; in der linken Hälfte sind die im Satzsubjekt genannten Gegenstände dargestellt; die Anzahl dieser Gegenstände schwankt zwischen fünf und elf. Der Satz bildet die Bildunterschrift. In genauer Entsprechung zur Zahlenbedingung enthält ein Bild maximal acht Objekte, falls im Satz der Mengenausdruck "ein paar" auftritt. Aus der Kombination von Sätzen und Bildern ergeben sich ebenfalls 216 Aufgaben.

Die Bilder der Gebäude und die Bilder der Gegenstände sind völlig eindeutig den Gegenstands- und Gebäudenamen zugeordnet: die gleichen Bildelemente sind mithin stets mit den gleichen Namen bezeichnet. Kein Bild enthält irgendein Objekt oder Gebäude, das nicht im Satz genannt ist. Daher kann auch auf eine "naturgetreue" bildliche Wiedergabe verzichtet werden. Es steht zu erwarten, daß die Probanden sehr rasch eine perfekte Assoziation zwischen korrespondierenden Bild- und Satzteilen herstellen. Die abstrakte Darstellung soll die Wirkung des Bildes weitgehend auf die Vermittlung der Mengeninformation beschränken und die Entfaltung der Satzbedeutung anregen.

Die Bilder enthalten schwarz ausgemalte, schematische Umrißzeichnungen, deren unterschiedliche Größe bei verschiedenen Objekt- und Gebäudekategorien eine Kontrolle der in den Bezeichnungen implizierten Größenverhältnisse ergibt; alle Objekte sind in Seitenansicht abgebildet:

- "Ballen" sind als schwarze Würfel mit ca. 0.5 cm Seitenlänge,
- "Tonnen" als Rechtecke von 0.5 cm Breite und 1 cm Höhe,
- "Kisten" als Rechtecke von 0.5 cm Breite und 1.5 cm Höhe und

- "Schränke" als Rechtecke von 0.5 cm Breite und 2 cm Höhe dargestellt.

Garage, Haus und Fabrik unterscheiden sich durch die Art des Umrisses, die Breite beträgt ca. 6 bzw. 7 bzw. 8 cm, die Höhe etwa 2.5, 5 und 10 cm.

Die Objekte sind auf bis zu vier Grundlinien stehend in der linken Bildhälfte aufgereiht, die Grundlinien sind nicht in das Bild eingezeichnet. Die oberste ist zugleich Grundlinie des abgebildeten Gebäudes. Kein Objekt überschneidet sich mit einem anderen oder mit dem Gebäude. Die Gegenstände sind nicht nur in Reih und Glied, sondern auch gegeneinander versetzt abgebildet.

Ausgangsmaterial für die Konstruktion aller Reize mit den verschiedenen Objektzahlen bilden die Darstellungen mit der maximalen Objektzahl elf. Die bei gewünschter Anzahl überzähligen Objekte wurden nach Auslosung aus diesen "maximalen" Bildern gelöscht. Die Verteilung der im Bild sichtbaren Objekte auf die elf möglichen Standorte ist mithin zufällig.

Jedes Bild-Satz-Paar befindet sich auf einem eigenen Blatt. In Abbildung (1) ist das Bildmaterial wiedergegeben.

Abbildung (1) Darstellungen der Objekte und Gebäude

Schränke



Kisten



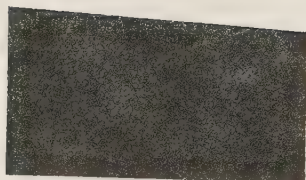
Tonnen



Ballen



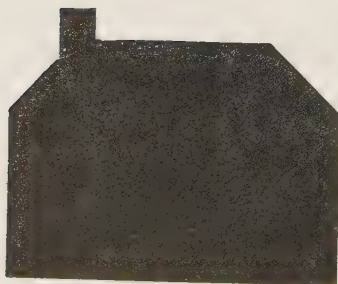
Garage

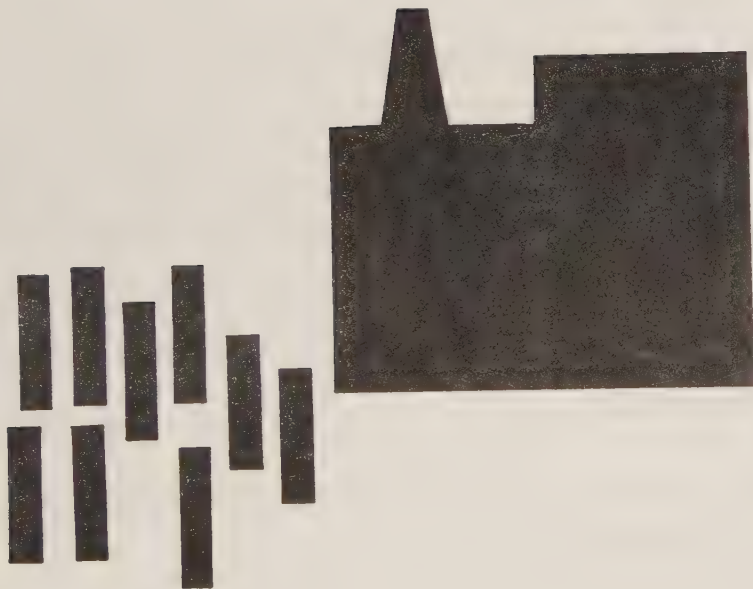


Fabrik



Haus





"Vor der Fabrik stehen mehrere Schränke."

Aufgabe

Für jedes Satz-Zahl-Paar bzw. für jedes Satz-Bild-Paar ist zu entscheiden, ob der Satz mit dem allgemeinen Mengenausdruck verwendet werden kann, falls er sich auf genau n Stück der in ihm genannten Objekte bezieht bzw. als Beschreibung des Bildes aufgefaßt wird. Zulässige Antworten sind "ja" und "nein" (vgl. Versuchsanleitung unten).

Abhängige und unabhängige Variablen

In beiden Versuchsbedingungen bildet die Häufigkeit des Urteils, daß ein gegebener Satz bei der gegebenen Zahl bzw. Anzahl verwendet werden kann, die abhängige Variable. Diese Häufigkeit wird in Abhängigkeit von

- adverbialer Ortsbestimmung
- Objektklassennomen
- Mengenausdruck
- Objektzahl

erhoben. Außer dem Darbietungsmodus der Zahlinformation in

- Zahlenbedingung bzw.
- Bildbedingung

können mittels Meßwiederholungen auch systematische Unterschiede zwischen den

- Probanden

untersucht werden.

Zeitliche Abfolge

Sowohl in der Zahlenbedingung als auch in der Bildbedingung besteht ein Durchgang aus der einmaligen Bearbeitung jeweils aller 216 Einzelaufgaben. Diese sind bunt gemischt. Insgesamt sollte jeder Proband in jeder Bedingung sechs Durchgänge absolvieren, die auf mehrere Tage verteilt sind. Terminprobleme bei den Probanden berücksichtigend, ist der zeitliche Abstand zwischen den Sitzungen nicht konstant gehalten. Gibt es an einem Tag mehrere Durchgänge, so wird zwischen diese eine zur Erholung angemessene Pause eingeschoben. Die Reihenfolge der Aufgaben wechselt zwischen verschiedenen Durchgängen. Die Hälfte der Probanden beginnt mit den Zahlenaufgaben, um dann nach sechs Durchgängen die Bildaufgaben zu bearbeiten, bei der anderen Hälfte der Versuchspersonen ist die Reihenfolge der Versuchsbedingungen umgekehrt.

Versuchsanleitung

Die Versuchsanleitung wird vor der jeweils ersten Sitzung einer Versuchsbedingung mündlich gegeben. Sie besteht aus einer kurzen Beschreibung des Versuchsmaterials, der Aufforderung, die Sätze auf den Aufgabenblättern laut vorzulesen und dann zu entscheiden, ob der jeweils vorgelesene Satz verwendet werden kann oder nicht, wenn man sich vorstellt, daß sich der Satz auf genau n der im Satz genannten Objekte vor dem genannten Gebäude bzw. auf die im Bild sichtbare Menge von Gegenständen vor dem abgebildeten Gebäude bezieht. In der Bildbedingung wird darauf verwiesen, daß die Darstellungen sehr schematisch sind und auf ihre "Naturtreue"

nicht weiter zu achten ist; die Sätze sollen als Beschreibungen der Bilder aufgefaßt werden, weswegen auch eine völlig eindeutige Zuordnung der Namen zu den Symbolen der Objekte besteht. Jede Aufgabe ist mit "ja" oder "nein" zu beantworten, bei Entscheidungsunsicherheit soll die eher zutreffende Beurteilung geäußert werden. Korrekturen der Antworten sind zulässig, bevor die nächste Aufgabe bearbeitet wurde.

Probanden

Die Versuchspersonen wurden per Aushang unter den Anfangssemestern der Psychologiestudenten an der Universität Regensburg angeworben. Eine Probandin mit abgeschlossenem Studium stellte sich ebenfalls für das Experiment zur Verfügung. Insgesamt konnten zwölf Personen gewonnen werden, sieben Frauen und fünf Männer; eine Probandin schied nach Abschluß des halben Experimentes aus.

Versuchsdurchführung

Die Probanden wurden einzeln getestet, das laute Vorlesen der Sätze verunmöglichte einen Gruppenversuch. Die Instruktion erfolgte mündlich, die Antworten sowie spontane Äußerungen der Probanden wurden protokolliert. Die einzelnen Sitzungen wurden zeitlich nicht begrenzt, ihre Dauer konnte zwischen dreißig Minuten und einer Stunde schwanken. Aus Termingründen absolvierten zwei Probanden nur jeweils vier Durchgänge beider Versuchsbedingungen. Nach Abschluß des Gesamtexperimentes wurden Sinn und

Zweck der Untersuchung erläutert. Für jeden Probanden konnte die Gesamtuntersuchung innerhalb von acht Tagen mit in der Regel zwei Sitzungen mit jeweils zwei Durchgängen an drei Tagen beendet werden.

Leitideen des Experimentes

Zur besseren Übersicht stelle ich die Hauptmerkmale des Experimentes noch einmal zusammen:

(1) Zwei Versuchsbedingungen, Bild- und Zahlenbedingung, sind nacheinander, über die Probanden ausbalanciert, zu durchlaufen.

Die Aufgaben der Zahlenbedingung entsprechen -jedenfalls in der Art der Anforderung an die Probanden- dem Hörmann'schen Vorgehen, nämlich bei jedem Satz entscheiden zu lassen, ob er zutreffend ist, falls man sich vorstellt, der Satz beziehe sich auf genau n Objekte.

Möglicherweise bilden der Gebrauch eines allgemeinen Mengenausdrucks und die Verwendung eines "richtigen" Zahlwortes im alltäglichen Sprechen komplementäre "Sprachspiele": weiß man die genaue Anzahl n, so ist kein Übergang zu einem allgemeinen Mengenwort erforderlich ; spricht man dagegen von "ein paar" oder "mehreren" Dingen, steht zu erwarten, daß die genaue Zahl der Objekte nicht feststeht oder nicht so wichtig ist. Gilt dies, so stellt ein bestimmtes Satz-Zahl(enliste)-Paar eine ziemlich weltfremde Anforderung dar, auf die die Probanden u.U. mit Verunsicherung reagieren.

Deswegen wurde die Bildbedingung eingeführt. Bei diesen Aufgaben bezieht sich der Mengenausdruck auf eine Ansammlung von Objekten, die eine bestimmte Kardinalität aufweist; jedoch wird die Versuchsperson nicht gezwungen, eine bestimmte Zahl zur Grundlage ihres Urteils zu machen. Eine präzise, numerische Information engt den Bedeutungsspielraum des Mengenausdrucks möglicherweise unzulässig ein. Die Bedeutungsvielfalt von Mengenausdrücken umfaßt ja auch Aussagen wie "Es ist einiges passiert" oder "Bis auf ein paar Reste...". Eine derartige, nicht durch Abzählung gewonnene Mengenabschätzung bleibt bei Vorgabe konkreter Zahlen unberücksichtigt. Der bildliche Darstellungsmodus kommt m.E. den alltäglichen Bedingungen beim Gebrauch eines Mengenausdrucks im Sinne einer summarischen und zahlenmäßig nicht präzisierten Abschätzung einer Menge von Dingen oder Ereignissen entgegen.

Die Einführung der Bildbedingung hat schließlich auch einen versuchs"technischen" Grund, der in Punkt (3) besprochen wird.

(2) In jeder Versuchsbedingung sind sechsmal jeweils die gleichen 216 Aufgaben nacheinander zu bearbeiten. Die Meßwiederholungen erlauben eine gesonderte Auswertung der Daten jeder Versuchsperson: Unterschiede zwischen den Faktorstufenkombinationen werden nicht mit interindividuellen Unterschieden vermischt.

(3) Die Aufgaben bestehen aus 36 Sätzen, die zusammen mit einer konkreten Zahl oder einer bestimmten Anzahl abgebildeter Objekte vorgegeben sind. Die Sätze variieren in adverbialer Bestimmung, Mengenausdruck und Objektklassennomen, wobei alle möglichen Kombinationen realisiert sind. Die Zahlen bzw. Anzahlen stammen in

beiden Versuchsbedingungen aus dem gleichen Bereich von fünf bis elf; jeder Satz wird innerhalb einer Aufgabe stets mit nur einer Zahl bzw. Anzahl zusammen vorgegeben.

Hörmann instruierte seine Probanden (1983, 25), für jede konkrete Zahl n einer vorgegebenen Liste zu entscheiden, ob eine zugleich vorgelesene sprachliche Äußerung auf sie zutrifft oder nicht. Die Vorgabe einer jeweils einzelnen Zahl dürfte der Intention dieser Instruktion besser entsprechen. Die vollständige orthogonale Kombination von Mengenausdruck, Adverbiale und Objektklassennomen erlaubt eine direkte statistische Prüfung des Zusammenwirkens dieser Faktoren. Das laute Vorlesen der Sätze bezweckt, daß die Satzinformation tatsächlich zur Kenntnis genommen wird. Ein Aufgabenbogen, der, wie bei Hörmann, stets den gleichen Mengenausdruck und stets die gleiche Zahlenliste enthält, verleitet vielleicht dazu, nur noch diese beiden Informationsquellen zu benutzen und den Rest zu ignorieren oder als störendes Beiwerk aufzufassen. Nicht zuletzt besteht der Sinn der Bildbedingung auch darin, durch die perfekte Assoziation von Bild- und Satzteilen den hypostasierten Effekt sprachimmanenter Information besonders stark zum Tragen kommen zu lassen, dessen Entfaltungsspielraum durch den abstrakten Darstellungsmodus möglichst wenig eingeengt werden sollte. Dies müßte ganz im Sinne Hörmanns sein.

Diskussion möglicher Einwände

(1) Die Beschränkung des Zahlbereichs auf fünf bis elf statt - wie bei Hörmann- auf eins bis dreißig wird durch mehrere Überle-

gungen gerechtfertigt:

- Aus der Publikation Hörmanns (1983, Kapitel III) geht hervor, daß für $n > 11$ generell wenige Zustimmungen vorliegen; die Mediane der Mengenausdrücke liegen durchweg über vier und unter zehn: das für die Effekte kritische Zahlenintervall wird mit $n = 5, \dots, 11$ also erfaßt.

- Die statistische Auswertung meiner eigenen Untersuchung (s.u.) stützt sich nicht auf Mediane, sondern auf die relativen Häufigkeiten der Urteile gegeben eine Faktorstufenkombination; die Verfahren erfordern nur, daß diese Häufigkeiten von null und eins verschieden sind, so daß also nicht das gesamte "Urteilsprofil" eines Mengenausdrucks zu erheben ist.

- Vorversuche mit verschiedenen Materialien einschließlich des in der Hauptuntersuchung verwendeten ergaben, daß die drei untersuchten Ausdrücke im Intervall von fünf bis elf unterschiedliche Zustimmungshäufigkeiten aufwiesen; die Probanden der Vorexperimente stimmten in der Regel bei allen n zwischen fünf und elf jedem der quantifizierten Sätze mit unterschiedlichen, von null verschiedenen Häufigkeiten zu. Auf die anderen Anzahlen mit ihrer statistisch kaum auswertbaren Information wurde daher verzichtet.

(2) Meine Untersuchung ist hauptsächlich methodenkritisch orientiert, sie impliziert zunächst keine eigenen Aussagen über das psychische Geschehen beim Gebrauch quantifizierter Aussagen. Mängel der Hörmann'schen Untersuchung sollten vermieden, die Logik der Aufgabenstellungen und die Anforderungen an die Probanden dabei aber möglichst getreu bewahrt werden. Fragen zur externen Validität gehen daher vorrangig zu Lasten der ursprünglichen Experimente Hörmanns, wenn auch in der Bildbedingung der Versuch einer alternativen Darbietung der Mengeninformation unternommen

ist. Zu prüfen ist primär, ob die von Hörmann berichteten Effekte unter modifizierten experimentellen Bedingungen auftreten oder nicht.

(3) Die interne Validität der Untersuchung wird in dem Maße eingeschränkt, als sich die Probanden numerische Kriterien oder Intervalle setzen; denkbar ist, daß für $n < 7$ jeder Satz akzeptiert wird, sofern er nur "ein paar" enthält, oder kein Satz Zustimmung findet, sofern in ihm "mehrere" vorkommt und $n > 10$ ist. Die Probanden beurteilen dann also nicht mehr die Kompatibilität von Satz und Zahl, sondern diejenige von Zahl und Mengenausdruck.

Dazu ist zu bemerken:

- Es ist nicht auszuschließen, daß der Gebrauch sprachlicher Mengenausdrücke solchen Kriterien folgt. Alle Faktoren außer Mengenausdruck und Anzahl könnten schlicht bedeutungslos sein.
- Gilt dies, so sollte der Typ der Hörmann'schen Untersuchung analogen Restriktionen unterworfen sein. Es ist denkbar, daß derartige, intraindividuell präzisere Kriterien, die interindividuell bedeutsame Unterschiede aufweisen, bei Zusammenfassung der Daten der Gesamtgruppe zu Kennwerten führen, deren Unterschiede fälschlich auf an sich bedeutungslose Unterschiede in den über Zahl und Mengenwort hinausgehenden Faktoren zurückgeführt werden.
- Die Bildbedingung ist so angelegt, daß sprachliche und bildliche Information perfekt assoziierbar sind, d.h. die Probanden nehmen aller Wahrscheinlichkeit nach die in allen vier Faktoren vorhandene Information auf: die Kenntnisnahme von Objektart und Gebäudekontext ist unausweichlich, so daß das Urteil der Probanden eigentlich von allen vier unabhängigen Variablen -Objektart,

Gebäudekontext, Mengenwort und Objektzahl- abhängig sein sollte.

- Mein Hauptinteresse besteht in einer Überprüfung der Hörmann'schen Effekte unter strikteren experimentellen Bedingungen. Dies impliziert einerseits eine enge Anlehnung an das Hörmann'sche Vorgehen, andererseits gestattet mein Design, die erhobenen Daten sowohl nach Individuen getrennt, als auch für die Gruppe insgesamt auszuwerten. Falls die Ergebnisse im letztgenannten Fall wie bei Hörmann ausfallen, bei individueller Auswertung aber nicht, sind m.E. erhebliche Zweifel an Hörmanns Methode angezeigt.

Zusammenfassung

In einem Design mit den Faktoren

- adverbiale Ortsbestimmung
- Nomen des zu quantifizierenden Objektbereiches
- quantifizierendes Mengenwort
- Zahl der Objekte des quantifizierten Bereiches

wird die Häufigkeit der Zustimmung zu Sätzen wie z.B. "Vor dem Haus stehen ein paar Kisten." erhoben. Die Vorgabe der Objektzahl einmal als konkrete natürliche Zahl zum anderen in der Menge der Objekte eines Bildes, das der Satz beschreibt, sowie Meßwiederholungen an den gleichen Probanden ermöglichen die Erweiterung des Versuchsplans um zwei zusätzliche Faktoren. Damit können Zusammenhänge untersucht werden, die im ursprünglichen Hörmann'schen Verfahren keine Berücksichtigung fanden.

Replikation des Hörmann'schen Untersuchungsverfahrens

Überblick

Eine Replikation des ursprünglichen Hörmann'schen Experimentes mit den von mir zusammengestellten Sätzen sollte zu vergleichbaren Effekten in den Daten führen. Tritt dies ein, so ist sichergestellt, daß mein Aufgabenmaterial unter Einhaltung der Hörmann'schen Vorgabebedingungen ebenfalls systematische Unterschiede in der operational definierten Bedeutung der gleichen Mengenausdrücke in verschiedenen Satzkontexten hervortreten läßt. Die Ergebnisse belegen, daß as Aufgabenmaterial zu gleichen Effekten führt wie in der hörmann'schen Originaluntersuchung.

Versuchsmaterial, Aufgabe, Untersuchungsstichprobe

Mit den 36 Sätzen der Hauptuntersuchung werden drei Aufgabenbogen erstellt, die jeweils zwölf Sätze in der gleichen zufälligen Reihenfolge enthalten. In diesen Sätzen treten alle zwölf Kombinationen der Adverbialen "Vor dem Haus...", "Vor der Garage..." und "Vor der Fabrik..." mit den Satzsubjekten "Schränke", "Tonnen", "Ballen" und "Kisten" auf; in den Sätzen eines Bogens ist aber immer der gleiche Mengenausdruck enthalten, die drei Aufgabenblätter unterscheiden sich mithin dadurch, daß in ihnen entweder "ein paar" oder "einige" oder "mehrere" auftritt.

Jedem Satz ist die Liste der Zahlen $n=1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11-15,16-20,21-30,30$ und mehr hinzugefügt. Jedem Aufgabenblatt ist

die schriftliche Instruktion vorangestellt, jeden Satz zu lesen und dann pro Satz für jede Zahl n in der Liste zu entscheiden, ob der Satz mit dem allgemeinen Mengenbegriff gebraucht werden kann, falls genau n Objekte X vor einem Gebäude Y stehen. Nicht passende Zahlen sind wegzustreichen.

Die Untersuchung erfolgte im Gruppenversuch an einer Stichprobe von fünfzehn Psychologiestudenten der Anfangssemester an der Universität Regensburg. Die Probanden füllten die drei Antwortbögen mit ca. einstündigem Abstand nacheinander aus. Die Bogen waren anonym abzugeben, ein beliebiges, individuelles Kennzeichen erlaubt, sie für die einzelnen Probanden auseinanderzuhalten.

Ergebnisse

Aus Abbildung (1) ist abzulesen, wieviele der Probanden die drei Sätze "Vor der Garage...", "Vor der Fabrik..." und "Vor dem Haus..." "...stehen mehrere Ballen" bei der gegebenen Objektzahl als verwendbar beurteilt haben. Die Urteilsprofile der anderen Sätze weisen ähnliche Verläufe auf, der Unterschied zwischen "Fabrik" und den übrigen Kontexten ist in der Regel weniger hervorstechend, falls der Satz "ein paar" enthält.

Abbildung (1) (vgl. Text)

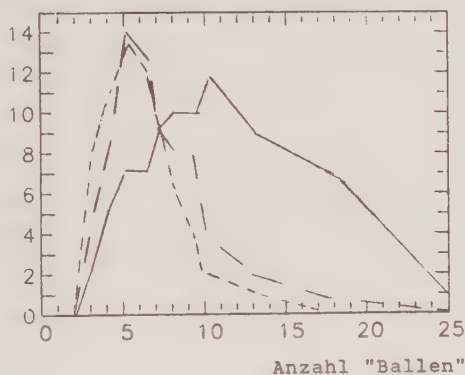
"Vor der Garage..." (Markierung: lange Striche)

"Vor der Fabrik..." (" : durchgezogene Linie)

"Vor dem Haus....." (" : kurze Striche)

"...stehen mehrere Ballen."

Anzahl der Zustimmung-
gen pro Objektzahl
bei 15 Probanden



In Tabelle (1) sind wie bei Hörmann als Kennwerte die Mediane der Zustimmungshäufigkeiten über alle Zahlen n aufgeschlüsselt nach Mengenausdruck, Gebäude- und Objektklassennomen aufgeführt.

Tabelle (1) (Vgl. Text)

Mediane der Urteilsprofile

"ein paar"

	Schränke	Ballen	Tonnen	Kisten
Garage	3.32	3.62	3.69	4.00
Fabrik	4.68	4.89	4.97	5.96
Haus	3.41	3.75	3.73	4.38

"mehrere"

Garage	3.92	5.58	4.88	5.86
Fabrik	7.05	7.95	7.80	8.25
Haus	4.30	5.08	4.85	5.93

"einige"

Garage	4.65	4.96	4.54	4.95
Fabrik	5.81	6.13	5.73	6.38
Haus	4.54	5.25	4.64	5.77

Mittelwerte der Mediane

Schränke 4.63	Garage 4.58	ein paar 4.20
Ballen 5.25	Fabrik 6.30	mehrere 6.04
Tonnen 4.98	Haus 4.64	einige 5.28
Kisten 5.72		

Offensichtlich existieren zumindest für die Faktoren Mengenausdruck und Gebäudekontext deutliche Unterschiede in den Medianmittelwerten.

Zur Überprüfung der statistischen Signifikanz dieser Unterschiede dient eine dreifaktorielle Varianzanalyse mit jeweils einer Besetzung pro Zelle. Jede Zelle entspricht genau einem der 36 Sätze, somit kann nach statistischen Kriterien geschlossen werden, ob sich die pro Satz errechneten Mediane unterscheiden.

Dsa Verfahren geht auf Tukey zurück und wird auch als "Test auf Nonadditivität" bezeichnet (Winer, 1971, 394ff., 472ff.). Ich möchte den Grundgedanken in einer kurzen Ableitung für den drei-

faktoriellen Fall entwickeln; sie verallgemeinert die üblichen Darstellungen des Tukey-Verfahrens für zweifaktorielle Versuchspläne (Rao, 1973, 204ff., Winer, 1971, 394ff.).

Das Verfahren dient der Entscheidung zwischen zwei Hypothesen: die Ausprägungen der abhängigen Variable Y_{ijk} werden zum einen auf ein Modell ohne Dreifaktorinteraktion zurückgeführt:

$$(1) Y_{ijk} = m + a_i + b_j + c_k + ab_{ij} + ac_{ik} + bc_{jk} + e_{ijk}, i=1, \dots, p, j=1, \dots, q, k=1, \dots, r;$$

dabei ist m das Gesamtmittel, a_i, b_j, c_k die Haupteffekte, $ab_{ij}, ac_{ik}, bc_{jk}$ die Interaktionseffekte je zweier Faktoren und e_{ijk} eine additive normalverteilte Fehlerkomponente mit Erwartungswert null und Streuung σ^2 .

Alternativ wird folgendes Modell formuliert:

$$(2) Y_{ijk} = m + a_i + b_j + c_k + ab_{ij} + ac_{ik} + bc_{jk} + w * a_i * b_j * c_k + e_{ijk},$$

Der Ausdruck $a_i * b_j * c_k$ ist das Produkt der drei Haupteffekte, das mit einem Faktor w gewichtet ist. Es gelten die Restriktionen:

$$\sum_i a_i = \sum_j b_j = \sum_k c_k = \sum_i ab_{ij} = \sum_j ab_{ij} = \sum_k bc_{jk} = \sum_k bc_{jk} = \sum_i ac_{ik} = \sum_k ac_{ik} = 0.$$

Man setzt für das Modell (2) folgende Kleinstquadratschätzung an: das Gewicht w wird aus der Minimierung des Ausdrucks

$$\sum_{ijk} (e_{ijk})^2 = \sum_{ijk} (Y_{ijk} - m - a_i - b_j - \dots - w * a_i * b_j * c_k)^2$$

geschätzt. Die erste Ableitung dieser Gleichung nach w ergibt nach Nullsetzen und Umstellen

$$w = (\sum_{ijk} Y_{ijk} * a_i * b_j * c_k) / \sum_{ijk} (a_i^2 b_j^2 c_k^2).$$

Es gilt $SAQ(a) = \sum_i (a_i)^2 * q * r$, $SAQ(b) = \sum_j (b_j)^2 * p * r$ und $SAQ(c) = \sum_k (c_k)^2 * p * q$.

Betrachtet man die Summe der Abweichungsquadrate $\sum_{ijk} (Y_{ijk} - m)^2 = \sum_{ijk} (a_i + b_j + c_k + ab_{ij} + \dots + w * a_i * b_j * c_k + e_{ijk})^2$, so folgt wegen der linearen Restriktionen in den Haupt- und Interaktionseffekten und der Unabhängigkeit der Fehlerkomponente e_{ijk} : $SAQ(\text{total}) = SAQ(a) + SAQ(b) + SAQ(c) + SAQ(ab) + SAQ(ac) + SAQ(bc) + \sum_{ijk} (w * a_i * b_j * c_k)^2 + p * q * r * \sigma^2$. Der Ausdruck $\sum_{ijk} (w * a_i * b_j * c_k)^2$ entspricht also der Summe der Abweichungsquadrate des nonadditiven Terms.

Ferner gilt $w * \sum_{ijk} (a_i * b_j * c_k)^2 = \sum_{ijk} Y_{ijk} * a_i * b_j * c_k$; dabei wurde für Y_{ijk} das Modell (2) eingesetzt sowie die linearen Restriktionen der Effekte und die Unabhängigkeit des Fehlerterms berücksichtigt. Also gilt $SAQ(\text{nonadditiv}) = w^2 * \sum_{ijk} (a_i * b_j * c_k)^2 =$

$$(\sum_{ijk} Y_{ijk} * a_i * b_j * c_k)^2 * (p * q * r)^2 / (SAQ(a) * SAQ(b) * SAQ(c)).$$

Zieht man die Quadratsummendekomposition der Modelle (1) und (2) voneinander ab, so erhält man folgende Relation

$$SAQ(\text{Balance}) = SAQ(\text{Residuum}) - SAQ(\text{nonadditiv}),$$

wobei $SAQ(\text{Residuum})$ die Fehlerquadratsumme von Modell (1) und $SAQ(\text{Balance}) = p * q * r * \sigma^2$ ist. Somit kann für Modell (2) ein Fehlerterm berechnet werden: die Prüfgröße für den nonadditiven Varianteanteil lautet

$F = MQ(\text{nonadditiv}) / MQ(\text{Balance})$;

sie ist F-verteilt mit einem Freiheitsgrad. Nach Bortz (1977, 399) soll für die Interaktionskomponente ein liberales α -Kriterium gewählt werden. Ist die nonadditive Komponente signifikant, so geht die Balancestreueung als Divisor in die F-Brüche zur Prüfung der Haupteffekte sowie der Interaktionsterme zwischen je zwei Faktoren ein. Falls kein signifikanter nonadditiver Effekt vorliegt, kann statt der Balancestreueung auch die Residualstreueung eingesetzt werden,

Die Anwendung des Tukey-Verfahrens auf die Werte der Tabelle (1) führt zu der Zerlegung, die in Tabelle (2) aufgeführt ist.

Die bei varianzanalytischen Verfahren vorauszusetzende Homogenität der Streuungen ist erfüllt. Da pro Zelle nur eine Besetzung vorliegt, wird für jede Kombination von Kontext und Mengenwort die Streueung der Mediane über die vier Objektklassen errechnet. Die Homogenität dieser neun Streuungen wird mit dem Cochran-Test (Winer, 1971, 208) geprüft: das Verhältnis der größten zur Summe aller Varianzen ergibt 0.299, der kritische Wert beträgt bei fünfprozentiger Irrtumswahrscheinlichkeit 0.408; die Hypothese homogener Varianzen muß also nicht abgelehnt werden.

Tabelle (2)

Tabelle der Varianzenzerlegung zum Test auf Nonadditivität

Quelle	SAQ	MQ	F-Wert	Fg	krit. F-Wert
Gebäudekontext	24.19	12.09	383.74	2	3.98 ($\alpha = 5\%$)
Objektbereich	5.69	1.90	60.22	3	3.59 "
Mengenwort	18.74	9.37	297.34	2	3.98 "
Mengenwort*					
Kontext	4.05	1.01	32.20	4	3.36 "
Mengenwort*					
Objektbereich	1.01	0.17	5.39	6	3.09 "
Kontext*					
Objektbereich	0.23	0.04	1.21	6	3.09 "
Nonadditive					
Komponente	0.22	0.22	6.91	1	1.47 ($\alpha = 25\%$)
Balance	0.35	0.03		11	
Residuum	0.56	0.05		12	
Total	54.49				

Die Haupteffekte sowie die Wechselwirkung aller drei Faktoren sind signifikant, Kontext und Mengenwort sowie Objektklasse und Mengenwort weisen signifikante Interaktionen auf. Objektbereich und Kontext interagieren nicht.

Die Mediane der Mengenwörter fallen im Schnitt im Kontext "Fabrik" höher aus als im Kontext "Haus" oder "Garage": "ein paar",

"einige" oder "mehrere" bezeichnen vor dem großen Gebäude also im Schnitt größere Stückzahlen als vor kleinen. Zudem unterscheiden sich die drei Mengenwörter im Kontext "Fabrik" deutlicher als in den übrigen Kontexten (Tabelle (3)).

Die mittleren Mediane der großen Objekte -"Schränke"- weisen niedrigere Werte auf als diejenigen der kleineren "Ballen", "Kisten" und "Tonnen". Die Unterschiede zwischen den Mengenwörtern ändern sich systematisch mit dem quantifizierten Objektbereich (Tabelle (3)).

Tabelle (3) (vgl. Text)

Mittlere Mediane der Mengenwörter bei den verschiedenen

- Kontexten

	ein paar	einige	mehrere
Garage	3.65	5.06	4.76
Fabrik	5.12	7.76	6.01
Haus	3.52	5.03	5.05

- Objektklassen

	ein paar	einige	mehrere
Schränke	3.80	5.00	5.00
Ballen	4.09	6.19	5.45
Kisten	4.14	5.84	4.97
Tonnen	4.78	6.68	5.70

Diskussion

(1) Ähnlich wie bei Hörmann überspannen die Polygone oder "Urteilsprofile" ein breites Spektrum derjenigen Anzahlen n , auf die der jeweilige Satz im Urteil der Probanden anwendbar ist. Anzahlen größer zehn finden außer für "mehrere" durchweg sehr selten Zustimmung; sieht man von $n=1,2$ ab, werden alle Anzahlen bis hin zu zehn bei jedem Satz von mindestens einem Probanden als zulässige konkrete Bedeutung des Mengenausdrucks angekreuzt; nur für fünf der insgesamt 36 Polygone gibt es eine Zahl n , die von allen Probanden akzeptiert wurde.

(2) Dem Augenschein nach weisen die Urteilshäufigkeiten für die verschiedenen Sätze ähnliche Eigentümlichkeiten auf wie bei Hörmann. Enthalten die Sätze das Wort "mehrere", so ist ein deutlicher Effekt des Gebäudekontextes festzustellen: für alle Objektklassen liegen die Zahlenbereiche mit den größten Zustimmungshäufigkeiten bei höheren Werten für n , falls der Satz die Adverbiale "Vor der Fabrik" einschließt; sie unterscheiden sich nur unwesentlich für "Haus" und "Garage". Dieser Effekt tritt schwächer auch dann auf, falls die Sätze "ein paar" enthalten: etwa gleich große Zustimmungshäufigkeiten werden bei "Fabrik" erst bei größeren Anzahlen erreicht als bei "Haus" oder "Garage". Dagegen zeigen sich vergleichbare Unterschiede für "einige" nicht, sieht man vom Objektbereich "Kisten" ab.

(3) Jeder der 36 Sätze repräsentiert eine eigene Kombination einzelner Ausprägungen der Faktoren Gebäudekontextbezeichnung, Objektklassenname und Mengenausdruck; ihr ist als Kennwert der Median aller Objektzahlen n zugeordnet. auf die der Satz im

Urteil aller Probanden zutrifft. Die Ergebnisse der dreifaktoriellen Varianzanalyse -jede Zelle ist nur mit einem Median besetzt und repräsentiert genau einen der 36 Sätze- zeigen, daß den Abstufungen in den drei Faktoren statistisch signifikante Unterschiede in den Medianen entsprechen. Neben den Haupteffekten aller drei Faktoren treten signifikante Wechselwirkungen zwischen Kontext und Mengenwort sowie Objektklasse und Mengenwort auf. Wie nach Hörmann zu erwarten (S.5-8), bezeichnen die Mengenwörter im Kontext großer Gebäude größere Stückzahlen als im Kontext kleiner; wird eine Klasse großer Objekte quantifiziert, so bezeichnen die Mengenwörter im Schnitt niedrigere Stückzahlen als bei Klassen kleiner Objekte.

Zusammenfassung

In möglichst enger Anlehnung an Hörmann wird untersucht, ob mit dem Satzmaterial des Hauptexperimentes die gleichen Effekte wie bei Hörmann erzielt werden können. Dies ist der Fall: die 36 Sätze weisen ähnliche Unterschiede in der wie bei Hörmann operational definierten Bedeutung auf; diese wird außer durch den Mengenausdruck auch durch Gebäudekontext und Objektbereich systematisch beeinflusst. neben den Haupteffekten treten auch signifikante Interaktionen auf.

Auswertungsverfahren der Hauptuntersuchung

Der grundlegende Wahrscheinlichkeitsraum

Seien $i=1, \dots, n$ die Zellen eines nicht unbedingt orthogonalen Versuchsplans; seien P_i bzw. $(1-P_i)$, $i=1, \dots, n$, die Wahrscheinlichkeiten der experimentell zugelassenen Ergebnisse A und $(-A)$ in der i-ten Versuchsplanzelle.

Jede der n Faktorstufenkombinationen wird w mal vorgegeben. Sei k_i die Anzahl der Beobachtungen A und $(w-k_i)$ diejenige von $(-A)$ gegeben die i-te Faktorstufenkombination, $i=1, \dots, n$. Bei stochastischer Unabhängigkeit sukzessiver Wiederholungen der i-ten Vorgabe, $i=1, \dots, n$, ist die Anzahl der Beobachtungen von A eine binomialverteilte Zufallsgröße mit dem Parameter P_i , $i=1, \dots, n$ (Grizzle et al., 1969, 489, Hamerle et al., 1984, 218).

Die relative Häufigkeit $h_i = k_i/w$ ist eine Schätzfunktion der Wahrscheinlichkeit P_i , $i=1, \dots, n$; sie ist erwartungstreu, suffizient, konsistent und asymptotisch normalverteilt mit Mittelwert $p_i = h_i = k_i/w$ und Streuung $\text{var}_i = p_i \cdot (1-p_i)/w$ für alle $i=1, \dots, n$ (Kendall und Stuart, 1961, 3, 4, 6, 11, 23f.). p_i ist der Schätzwert des unbekannten Parameters P_i , $i=1, \dots, n$.

Das logit-lineare Gleichungssystem

Gesucht wird ein mathematisches Modell zur Vorhersage der Wahrscheinlichkeit der Antwort A mittels einer Funktion reellwer-

tiger Parameter, durch die die Stärke und die Art des Zusammenwirkens der Faktorstufen auf die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der abhängigen Variablen A dargestellt wird.

Man geht wie in der Varianzanalyse vor. Der Ausdruck $\text{logit}(P_i) = \ln(P_i/(1-P_i))$, $0 < P_i < 1$, $i=1, \dots, n$, bildet die abhängige Variable der Vorhersagegleichung; $\text{logit}(P_i)$ wird der Summe der Parameter gleichgesetzt, die die Haupt- und Wechselwirkungseffekte der Faktorstufen bei der i-ten Versuchsplanzelle, $i=1, \dots, n$, repräsentieren (Hamerle, et al., 1984, 219).

Man betrachte z.B. eine zweidimensionale Häufigkeitstabelle, in der die Ergebnisse eines Designs mit den beiden Faktoren C und D und der binären abhängigen Variablen A zusammengefaßt sind. C habe s Stufen $c=1, \dots, s$. D habe t Stufen $d=1, \dots, t$. Man fordert:

$$(1) \text{logit}(P_i) = b_0 + b_{c0} + b_{0d} + b_{cd}, \quad c=1, \dots, s, \quad d=1, \dots, t, \\ i=1, \dots, s \cdot t,$$

mit den Restriktionen $\sum_c b_{c0} = 0$

$$\sum_d b_{0d} = 0$$

$$\sum_c b_{cd} = \sum_d b_{cd} = 0, \quad c=1, \dots, s, \quad d=1, \dots, t.$$

Daraus folgt:

$$b_{cs} = -\sum_c b_{c0}$$

$$b_{0t} = -\sum_d b_{0d}$$

$$b_{cds} = -\sum_c b_{cd}, \quad d \text{ konstant},$$

$$b_{cdt} = -\sum_d b_{cd}, \quad c \text{ konstant},$$

$$b_{cdst} = -\sum_c \sum_d b_{cd}$$

mit $c=1, \dots, (s-1)$ und $d=1, \dots, (t-1)$; die Parameter auf der rechten Gleichungsseite sind linear unabhängig, diejenigen auf der linken linear abhängig, i ist Index einer festen und einein-

deutigen Numerierung der Versuchsplanzellen. b_0 heißt "Gesamtmittel", $b_{c..}$, $b_{0.}$ "Haupteffekte" und $b_{c..d}$ "Interaktionseffekt" (Hamerle et al., 1984, 214, 215, 219, 221).

Das Gleichungssystem (1) enthält $s \cdot t$ unbekannte Parameter, aus denen $n = s \cdot t$ Wahrscheinlichkeiten abgeleitet sind.

Nach Substitution $\text{logit}(P_i) = \ln(P_i / (1 - P_i))$ für alle $i = 1, \dots, s \cdot t$ und antilogarithmischer Umformung folgt:

$$(2) \quad P_i = \exp(f_i) / (1 + \exp(f_i)) \quad \text{mit} \quad f_i = b_0 + b_{c..} + b_{0.d} + b_{c..d} \\ i = 1, \dots, s \cdot t, \quad c = 1, \dots, s, \quad d = 1, \dots, t.$$

Konvergiert einer der Parameter b in (2) gegen einen unendlich großen Wert und bleiben alle übrigen konstant, so strebt P gegen eins. Nimmt ein beliebiges b unendlich kleine Werte an und bleiben die übrigen konstant, so nähert sich P dem Wert null.

Das Gleichungssystem ist in Matrixform darstellbar: zu konstruieren ist eine quadratische Matrix X mit $s \cdot t$ Zeilen und Spalten, mit der der Parametervektor (b) in den Vektor $(\text{logit}(P_i))_{i=1, \dots, n}$ überführt wird. X heißt "Designmatrix", weil sie die Information darüber enthält, unter welchen Stufen der Designfaktoren A beobachtet wurde (Hamerle et al., 1984, 216, 218).

Man betrachte die i -te Versuchsplanzelle; ein beliebiger Parameter b' wird zur Vorhersage der i -ten Komponente des Vektors $(\text{logit}(P_i))_{i=1, \dots, n}$ mit 0, 1 oder (-1) gewichtet und zwar mit -1, falls b' in die i -te Vorhersagegleichung als linear unabhängiger Parameter eingeht;

- (-1), falls b' als linear abhängige Komponente in der Gleichung steht;
- 0, falls b' Parameter einer Faktorstufe(nkombination) ist, die nicht in der i -ten Versuchsplanzelle realisiert ist (Hamerle et al., 1984, 214).

Gegeben sei z.B. ein orthogonaler Versuchsplan mit zwei Stufen des Faktors C und drei Stufen des Faktors D. Man erhält sechs Zellen. P_i , $i=1, \dots, 6$, ist aus je vier Parametern abzuleiten:

Zelle

1	$\text{logit}(P_1) = b_0 + b_{c1} + b_{d1} + b_{cd11}$
2	$\text{logit}(P_2) = b_0 + b_{c1} + b_{d2} + b_{cd12}$
3	$\text{logit}(P_3) = b_0 + b_{c1} - b_{d1} - b_{d2} - b_{cd11} - b_{cd12}$
4	$\text{logit}(P_4) = b_0 - b_{c1} + b_{d1} - b_{cd11}$
5	$\text{logit}(P_5) = b_0 - b_{c1} + b_{d2} - b_{cd12}$
6	$\text{logit}(P_6) = b_0 - b_{c1} - b_{d1} - b_{d2} + b_{cd11} + b_{cd12}$

Designmatrix X und Parametervektor (b) haben also die Form

1	1	1	0	1	0	b_0
1	1	0	1	0	1	b_{c1}
1	1	-1	-1	-1	-1	b_{d1}
1	-1	1	0	-1	0	b_{d2}
1	-1	0	1	0	-1	b_{cd11}
1	-1	-1	-1	1	1	b_{cd12}

Die Darstellung ist wesentlich leichter auf höherdimensionale Häufigkeitstabellen zu verallgemeinern, falls die Parameter b fortlaufend numeriert werden. Die Information, welcher Haupt-

oder Wechselwirkungseffekt an der i -ten Stelle des neuen Parametervektors $(\beta_i)_{i=1, \dots, n}$ steht, ist an der i -ten Spalte der Designmatrix X abzulesen. Man erhält z.B. $\beta_1 = b_0$, $\beta_3 = b_{01}$ oder $\beta_6 = b_{012}$. Das Gleichungssystem lautet dann:

$$(3) \quad (\text{logit}(P_i))_{i=1, \dots, n} = X * (\beta_i)_{i=1, \dots, n} \quad (\text{im Beispiel } n=s*t).$$

Logit-lineare Gleichungssysteme für höherdimensionale Häufigkeitstabellen stellen eine einfache Erweiterung des zweifaktoriellen Falls dar: bei g Designfaktoren ist für jede Teilmenge von zwei bis g Faktoren eine Menge linear unabhängiger Interaktionsterme einzuführen, deren Anzahl gleich dem Produkt der um eins verminderten Stufenzahl der jeweils betrachteten Faktoren ist; lineare Restriktionen sind analog (1) für alle Teilmengen der g Designfaktoren und alle ihre Parameterteilsummen zu definieren; die Prinzipien zur Konstruktion einer Designmatrix bleiben gleich.

Kategoriale Regression

Sei $(\beta_i)_{i=1, \dots, n}$ der Vektor der linear unabhängigen Parameter eines faktoriellen Designs mit n Versuchsplanzellen. Sei X eine geeignete Designmatrix zur Gewichtung der linear unabhängigen Parameter β , die in die Vorhersage der Wahrscheinlichkeit P_i , $i=1, \dots, n$, der binären abhängigen Variable eingehen. Sei $g(P_i)$, $i=1, \dots, n$, eine zweimal differenzierbare Funktion mit dem Argument P_i , $i=1, \dots, n$. $(g(P_i))_{i=1, \dots, n}$ ist der Zielvektor, in den der Parametervektor $(\beta_i)_{i=1, \dots, n}$ mit der Matrix X überführt wird:

$$(4) \{g(p_i)\}_{i=1, \dots, n} = X * (\beta_i)_{i=1, \dots, n}$$

In (1) bzw. (3) ist $g(p_i) = \text{logit}(p_i)$, $i=1, \dots, n$, gewählt worden.

Betrachtet man statt P die aus den relativen Häufigkeiten h geschätzten Antwortwahrscheinlichkeiten p , so ist bei der Vorhersage (4) ein Schätzfehler e zu berücksichtigen:

$$(5) \{g(p_i)\}_{i=1, \dots, n} = X * (\beta_i)_{i=1, \dots, n} + (e_i)_{i=1, \dots, n}$$

mit $p_i = h_i$, $0 < h_i < 1$ für alle $i=1, \dots, n$ (s.o.). Dies ist die Grundgleichung der kategorialen Regressionsanalyse (Grizzle et al., 1969, 491, Hamerle et al., 1984, 218).

Zur Schätzung der unbekannten Parameter aus den bekannten $g(p_i)$, $i=1, \dots, n$ minimiert man den Schätzfehler nach dem gewichteten Kleinstquadratansatz:

$$(6) Q((\beta_i)_{i=1, \dots, n}) = D' * V^{-1} * D$$

$$\text{mit } D = g(p_i)_{i=1, \dots, n} - X * (\beta_i)_{i=1, \dots, n};$$

dabei bezeichnet D' den transponierten Vektor; V ist die Diagonalmatrix der Streuungsterme $h_i * (1-h_i) / w$ des Schätzwertes p_i , $i=1, \dots, n$ (s.o.).

(6) ist partiell nach den einzelnen β_i , $i=1, \dots, n$, abzuleiten und null zu setzen; ist X nicht singulär, erhält man durch Umformung des resultierenden Gleichungssystems Schätzungen der Parameter β_i , $i=1, \dots, n$:

$$(7) (\beta_i)_{i=1, \dots, n} = (X' * V^{-1} * X)^{-1} * (X' * V^{-1}) * (g(h_i))_{i=1, \dots, n}.$$

Diese Schätzungen sind asymptotisch normalverteilt mit Mittelwert null und Streuungsmatrix $(X' * V^{-1} * X)$ (Hamerle et al., 1984, 229, 230). Bei sonst gleichen Bedingungen hängt die Genauigkeit der Schätzung also von der Zahl w der Replikationen ab.

Saturierte und unsaturierte Modelle

Das Gleichungssystem (5) enthält für n vorherzusagende relative Häufigkeiten h_i , $i=1, \dots, n$, ebenso viele Parameter β_i , $i=1, \dots, n$. Man bezeichnet die Lösungsmenge $(\beta_i)_{i=1, \dots, n}$ als "saturiertes Modell"; dieses beinhaltet nur eine Umformung von n relativen Häufigkeiten in eine Parameterdarstellung mit n Termen (Hamerle et al., 1984, 227).

Die Parameterdarstellung erlaubt eine gezielte Reduktion der Vorhersageparameter, Somit können Hypothesen über die Unabhängigkeit des Antwortverhaltens von einzelnen Faktoren oder Faktorwechselwirkungen geprüft werden. Geht in die Vorhersage der n Häufigkeiten nur eine echte Teilmenge der $(\beta_i)_{i=1, \dots, n}$ vom Umfang $m < n$ ein, so liegt ein "unsaturiertes Modell" vor (Hamerle et al., 1984, 227).

Signifikanztest

Die Hypothesenprüfung setzt eine Auswahl derjenigen Parameter der saturierten Gesamtlösung voraus, die in die Vorhersage der beob-

achteten relativen Häufigkeiten h_i , $i=1, \dots, n$, eingehen:

$$(8) (\logit(p_i))_{i=1, \dots, n} = X \cdot (c_i \cdot \beta_i)_{i=1, \dots, n};$$

dabei ist $(\beta_i \cdot c_i)_{i=1, \dots, n}$ ein Vektor der Länge n mit $c_i=1$, falls β_i in die Vorhersage eingeht und $c_i=0$ sonst (Hamerle et al., 1984, 232).

Die Zulässigkeit eines unsaturierten Modells ist an der Diskrepanz zwischen den mit $m < n$ Parametern vorhergesagten und den tatsächlich beobachteten Häufigkeiten zu entscheiden. Dabei ist eine maximale Diskrepanz festzulegen, deren Überschreitung zur Ablehnung des unsaturierten Modells führt.

Die zweite Ableitung der Fehlerfunktion (6) führt zu einer Gleichung, aus der ein Signifikanztest konstruiert werden kann; diese Testgröße ist asymptotisch nach (9) verteilt (Hamerle, 1982, 119, 168, Hamerle et al., 1984, 230, 231):

$$(9) \chi^2 = w \cdot \sum_i ((h_i - p_i)^2 / h_i + ((1 - h_i) - (1 - p_i))^2 / (1 - h_i)), i=1, \dots, n$$

Bhapkar (1966) zeigt, daß (9) der gewohnten χ^2 -Statistik äquivalent ist. Er zeigt ferner, daß die Minimierung von (9) dem Schätzverfahren nach Gleichung (7) äquivalent ist.

Die Zahl der Freiheitsgrade ist die Anzahl derjenigen Parameter β_i , $i=1, \dots, n$, die bei der Vorhersage der Antworthäufigkeiten nicht berücksichtigt werden. Die Zahl der Freiheitsgrade ist also umso größer, je kleiner die zur Vorhersage gewählte Parameter-teilmenge ist.

Für das saturierte Modell erhält man null Freiheitsgrade, es ist daher zufallskritisch nicht prüfbar. Da das saturierte Modell nur eine Umformung des Datensatzes darstellt, sollte die χ^2 -Funktion der saturierten Lösung den Wert null annehmen. Abweichungen von null sind intuitiv zu bewerten: überschreitet der χ^2 -Wert der saturierten Lösung eine gewisse maximale Diskrepanz von null, so ist der Datensatz offenbar nicht in die gewählte parametrische Darstellung überführbar: die Daten sind entweder zu fehlerhaft oder das Design berücksichtigt wesentliche Faktoren des Urteilsverhaltens nicht.

Strukturelle Nullen und Stichprobennullen

Werden in einem Design nicht alle Faktorstufenkombinationen realisiert, so liegt im Datensatz für jede nicht realisierte Zelle des entsprechenden vollen Versuchsplans eine "strukturelle Null" vor. Ist eine Faktorstufenkombination realisiert, so kann die relative Häufigkeit der Beobachtungen Werte von null oder eins annehmen. Das Logit ist dann nicht definiert, es liegt eine "Stichprobennull" vor.

Bei Stichprobennullen addiert man zu jeder Häufigkeit eine kleine Zahl und setzt die so veränderten Werte in die Schätzgleichungen (7) anstelle der ursprünglichen Häufigkeiten ein. Dies führt zu einer Verzerrung der Schätzwerte (Gart und Zweifel, 1967, 181-183).

Strukturelle Nullen erfordern eine Verkleinerung der Designmatrix

des vollen Versuchsplans (vgl Hamerle und Tutz, 1984, 565f.).

Das Vorgehen ist leicht aus folgendem zweifaktoriellen Beispiel-
fall generalisierbar; die Designmatrix für einen 2*3 Versuchsplan
wurde oben bereits angeführt:

Angenommen, die zweite Zelle ist nicht realisiert worden; somit
gilt in der alten Notation, daß bc_{012} nicht definiert ist; also
entfällt die zweite Zeile und die sechste Spalte der Designma-
trix:

Zelle

- 1 $\text{logit}(P_1) = b_0 + bc_1 + b_{01} + bc_{011}$
- 3 $\text{logit}(P_3) = b_0 + bc_1 - b_{01} - b_{02} - bc_{011}$
- 4 $\text{logit}(P_4) = b_0 - bc_1 + b_{01} - bc_{011}$
- 5 $\text{logit}(P_5) = b_0 - bc_1 + b_{02}$
- 6 $\text{logit}(P_6) = b_0 - bc_1 - b_{01} - b_{02} + bc_{011}$

Designmatrix X und Parametervektor (b) haben dann die Form:

1	1	1	0	1	b_0
1	1	-1	-1	-1	bc_1
1	-1	1	0	-1	b_{01}
1	-1	0	1	0	b_{02}
1	-1	-1	-1	1	bc_{011}

Angenommen, es entfällt die dritte Zelle mit einem linear abhän-
gigen Interaktionsterm. Dann sind die linearen Restriktionen
 $\mathbb{I}bc_{021} = \mathbb{I}bc_{013} = \mathbb{I}bc_{023} = 0$ nicht mehr gegeben. Also ist einer der
bisher linear unabhängigen Terme bc_{011} oder bc_{012} als linear

abhängiger Term zu definieren: $b_{cD12} = -b_{cD11}$. Somit ist b_{cD12} im Gleichungssystem durch $(-b_{cD11})$ zu ersetzen. Die ursprüngliche Designmatrix verliert die dritte Zeile und die sechste Spalte, die neuen linearen Abhängigkeiten sind durch entsprechende neue Gewichtungen berücksichtigt:

Zelle

$$1 \quad \text{logit}(P_1) = b_0 + b_{c1} + b_{D1} + b_{cD11}$$

$$2 \quad \text{logit}(P_3) = b_0 + b_{c1} + b_{D2} - b_{cD11}$$

$$4 \quad \text{logit}(P_4) = b_0 - b_{c1} + b_{D1} - b_{cD11}$$

$$5 \quad \text{logit}(P_5) = b_0 - b_{c1} + b_{D2} + b_{cD11}$$

$$6 \quad \text{logit}(P_6) = b_0 - b_{c1} - b_{D1} - b_{D2}$$

Designmatrix X und Parametervektor (b) haben also die Form

1	1	1	0	1	b_0
1	1	0	1	-1	b_{c1}
1	-1	1	0	-1	b_{D1}
1	-1	0	1	1	b_{D2}
1	-1	-1	-1	0	b_{cD11}

Die Elimination einzelner Parameter und die Redefinition linearer Restriktionen ist leicht auf höherdimensionale Häufigkeitstabellen generalisierbar.

Anwendung auf die anstehende Untersuchung

Der Versuchsplan der Hauptuntersuchung enthält sechs Faktoren: Proband, Vorgabeart, adverbialer Kontext, Objektklasse, Mengen-

wort und Objektzahl. Die abhängige Variable ist die Häufigkeit, mit der ein Proband einen aus Kontext, Mengenwort und Objektklassennamen aufgebauten Satz bei einer bildlich oder numerisch vorgegebenen Anzahl von Objekten einer Klasse als zulässig beurteilt. Da nicht alle Mengenwörter mit allen Objektzahlen kombiniert sind, treten in allen Zellen mit "ein paar..." und den Objektzahlen acht bis elf strukturelle Nullen auf.

Gesucht wird ein möglichst einfaches logit-lineares Modell zur Vorhersage der Urteilshäufigkeiten.

Die Rohdaten sind dem saturierten Modell äquivalent. Die Nullhypothese besteht in der Behauptung, daß die mit einem unsaturierten Modell vorhergesagten Häufigkeiten von den Rohdaten nur insignifikant abweichen.

Jede statistische Entscheidung beinhaltet bekanntlich zwei Fehlermöglichkeiten: beim Fehler 1. Art wird eine richtige Nullhypothese abgelehnt, beim Fehler 2. Art eine falsche Nullhypothese beibehalten.

Ein striktes Kriterium für den Fehler 1. Art korrespondiert mit einer relativ hohen Wahrscheinlichkeit für den Fehler 2. Art. Die Entscheidung für ein unsaturiertes Modell auf Grund einer kleinen Irrtumswahrscheinlichkeit 1. Art beinhaltet also ein hohes Risiko, ein Modell zu wählen, das tatsächlich nicht gültig ist. Um dieses Risiko möglichst klein zu halten, wird eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 25% gewählt.

Im Ansatz Hörmanns gilt für jeden Probanden: alle Wechselwir-

kungen zwischen Kontext, Objektklasse, Mengenwort und Objektzahl sind signifikant. Da die numerische Information in Bild- und Zahlbedingung problemlos ablesbar ist, steht zu erwarten, daß die Darbietungsart allenfalls als Haupteffekt hervortritt. Durch die beiden Vorgabearten verdoppelt sich die Datenmenge, die zur Schätzung der übrigen Parameter zur Verfügung steht.

Zur Gewährleistung genauerer Parameterschätzwerte sind die Daten bei der anstehenden Auswertung soweit zusammenzufassen, daß das saturierte Modell nur noch die nach dem Ansatz Hörmanns signifikanten Parameter enthält. Die Gültigkeit des Hörmann'schen Ansatzes kann dann nicht mehr als eigene Hypothese geprüft werden, da dieser Ansatz das saturierte Modell bildet. Die Ablehnung ist aber nach wie vor möglich, falls ein unsaturiertes Modell beizubehalten ist, in das entweder nur Haupteffekte oder zumindest weniger Wechselwirkungen eingehen, als nach Hörmanns Überlegungen zu erwarten sind.

Unsaturierte Modelle stehen in bestimmten logischen Abhängigkeiten zueinander: die Unabhängigkeit des Antwortverhaltens von genau einem aus g Designfaktoren ist durch Elimination aller Haupt- und Wechselwirkungseffekte dieses Faktors zu prüfen. Ist dieses unsaturierte Modell erfüllt, so gilt für alle g -fach Wechselwirkungsterme, daß sie null sind. Die Gültigkeit des unsaturierten Modells, das keine g -fach Interaktionen enthält, ist also notwendig, wenn auch nicht hinreichend, für die Unabhängigkeit der Antworthäufigkeiten von genau einem der g Faktoren; es muß daher ebenfalls erfüllt sein. Ganz analog ist in einem fünffaktoriellen Design die Eliminierbarkeit dreier Faktoren hinreichend für die Eliminierbarkeit aller Fünf-, Vier- und Drei-

faktorinteraktionen; zudem darf das Gleichungssystem nur noch die Zweifaktorwechselwirkung der beiden verbliebenen Faktoren als signifikante Effekte enthalten.

Allgemein: die sukzessive Elimination der

- g-fach
- g- und (g-1)-fach
- g-, (g-1)- und (g-2)-fach
-
- g-, (g-1)-, (g-2)-fach, ...und 2-fach Interaktionen
- schließlich auch der Haupteffekte aller g Faktoren

ergibt eine Folge zunehmend restriktiverer unsaturierter Modelle; das restriktivste enthält zur Vorhersage der Antworthäufigkeiten nur noch das Gesamtmittel μ_0 bzw. β_1 . Diese Folge unsaturierter Modelle ist notwendig, nicht hinreichend, für die Unabhängigkeit der Beobachtungshäufigkeiten von einem, zwei, usf. bis hin zu allen g Faktoren.

Ist das Antwortverhalten von einem, zwei, ...(g-1) bzw. g Faktoren unabhängig, so folgt, daß höchstens noch die (g-1)-fach, (g-2)-fach Wechselwirkungen, ..., nur die Haupteffekte bzw. nur noch das Gesamtmittel signifikant sind.

Die Gültigkeit eines unsaturierten Modells wird mit der χ^2 -Funktion (9) geprüft; das Modell ist beizubehalten, falls die mit "seiner" Parameterteilmenge vorhergesagten und die beobachteten Antworthäufigkeiten nur insignifikant voneinander abweichen. Die Parameterschätzwerte sind nicht fehlerfrei. Die Genauigkeit der Vorhersage hängt somit von der Genauigkeit der zur Vorhersage gewählten Schätzwerte ab. Enthält ein weniger restriktives Modell

Parameter mit großen Schätzfehlern, so ist es möglicherweise abzulehnen, während ein restriktiveres Modell ohne diese ungenauen Parameter beizubehalten ist. Dies führt zu widersprüchlichen Entscheidungen über die (Un-) Abhängigkeit der Antworten von bestimmten Haupt- oder Wechselwirkungseffekten.

Daraus leite ich zwei Kriterien für die Beibehaltung eines unsaturierten Modells ab: erstens überschreitet der χ^2 -Wert des gegebenen unsaturierten Modells bei Prüfung gegen das saturierte Modell den auf 25% kritischen Wert der χ^2 -Funktion (9) nicht; zweitens sind zugleich nur solche unsaturierte Modelle erfüllt, die mit einer gegebenen unsaturierten Vorhersage logisch vereinbar sind. Mit dem ersten Kriterium wird nach einer möglichst einfachen Vorhersage der Daten gesucht, mit dem zweiten wird ausgeschlossen, daß logisch unvereinbare Vorhersagen zugleich als gültig beizubehalten sind.

Auswertung der Hauptuntersuchung unter Vernachlässigung interindividueller Unterschiede

Daten

Wie bei Hörmann werden die Daten unter Vernachlässigung interindividueller Unterschiede ausgewertet. Die Schätzung der Parameter des logit-linearen Modells geht also von einer Häufigkeitstabelle mit den fünf Faktoren

- Vorgabeart
- adverbialer Kontext
- Objektklasse
- Mengenwort
- Objektanzahl

aus; jede Zelle enthält die Anzahl der Zustimmungen zur jeweiligen Satz-Zahl- (bzw. Satz-Bild-)Kombination über Probanden und Durchgänge zusammengefaßt, sie liegt zwischen 0 und 62. Zur Vermeidung von Nullbesetzungen wird in jeder Zelle der Wert .5 addiert.

Saturiertes Modell

Die Schätzwerte der 432 Haupt- und Wechselwirkungseffekte des saturierten Modells sind im Anhang (1) aufgeführt.

Um die Genauigkeit der Parameterschätzung zu bestimmen, wird der Wert der χ^2 -Funktion $\chi^2 = \sum_l n_l * ((h_l - p_l)^2 / h_l + ((1 - h_l) - (1 - p_l))^2 / (1 - h_l))$ berechnet; dabei ist l ein Laufindex für die Ver-

suchsplanzellen, h_l die beobachtete relative Häufigkeit in der l -ten Zelle und p_l die mit dem logit-linearen Modell durch Einsetzen der jeweiligen Parameterschätzwerte errechnete relative Häufigkeit; es gilt $n_l=62$ für alle $l=1,\dots,432$. Dieser χ^2 -Wert hat 0 Freiheitsgrade, er ist zufallskritisch nicht prüfbar. Er beträgt idealiter $\chi^2=0$.

Für das saturierte Modell ergibt sich $\chi^2=1.32$: die ermittelten Parameterschätzungen werden als gültige Lösung für das saturierte Modell betrachtet.

Unsaturierte Modelle

Gesucht wird ein möglichst einfaches Gleichungssystem, das erheblich weniger Parameter enthält als das saturierte Modell und zugleich eine hohe Anpassungsgüte der beobachteten an die errechneten relativen Häufigkeiten gewährleistet.

Tabelle (1) enthält die χ^2 -Werte, die sich bei fortschreitender Elimination der fünf-, vier-, drei- und zweifachen Wechselwirkungseffekte ergeben. In die vorhergesagten relativen Zustimmungshäufigkeiten gehen dann höchstens nur noch die Schätzwerte der Vierfach-, Dreifach-, Zweifachwechselwirkungs- oder Haupteffekte und das Gesamtmittel ein. Die Hypothese, keiner der fünf Faktoren habe einen systematischen Effekt auf die Urteilshäufigkeiten, wird ebenfalls überprüft.

Tabelle (1) (vgl. Text)

Vorhersage enthält höchstens	Chi ² -Wert	Freiheitsgrade
- Vierfachwechselwirkungseffekte	212.30	54
- Drei- "	1177.70	201
- Zwei- "	6394.28	349
- Haupteffekte	19781.67	417
- keinerlei Effekte der Faktoren	21815.60	431

Bei 54 Freiheitsgraden beträgt der kritische Chi²-Wert auf dem 25%-Niveau 56.33, für k>100 Freiheitsgrade ist er 109.14. Somit dürfen keine Parameter der saturierten Lösung weggelassen werden, wenn das logit-lineare Vorhersagemodell eine statistisch befriedigende Anpassungsgüte an die Daten aufweisen soll.

Tabelle (2) enthält die Chi²-Werte für Lösungen, bei denen die Parameterschätzwerte aller Haupt- und Wechselwirkungseffekte jeweils eines der Faktoren weggelassen wurden.

Tabelle (2) (vgl. Text)

weggestricherter Faktor	Chi ² -Wert	Freiheitsgrade
- Vorgabeart	2944.03	228
- adverbialer Kontext	5228.46	282
- Objektart	9025.29	324
- Mengenwort	4689.22	255
- Objektanzahl	14258.31	360

Somit ist keiner der fünf Faktoren des Designs redundant.

Fazit

Offenbar entsprechen bei Vernachlässigung interindividueller Unterschiede die Ergebnisse auch bei Vorgabe von Einzelzahlen, geringerer Spannbreite der Objektanzahlen und einem zusätzlichen Darbietungsmodus den Hörmann'schen Vorhersagen. Die Zustimmungshäufigkeiten zu quantifizierten Sätzen sind nicht ohne Wechselwirkungen zwischen den Konstituenten "Adverbiale", "Objektklassenname" und "Mengenwort" der Sätze sowie der Objektanzahl und der Art ihrer Vorgabe zu erklären.

Intraindividuelle Auswertung der Hauptuntersuchung

Daten

Die Rohdaten bestehen aus einer Häufigkeitstabelle mit den sechs Faktoren

- Proband
- Vorgabeart
- Kontext
- Objektklasse
- Mengenwort
- Objektzahl;

pro Satz-Zahl- bzw. Satz-Bild-Kombination liegen Häufigkeiten des Zulässigkeitsurteils vor, die zwischen null und sechs - bei Proband fünf und neun zwischen null und vier - schwanken.

Saturiertes sechsfaktorielles Modell

Für die sechsfaktorielle Tabelle führt die Lösung des logit-linearen Gleichungssystems zu keinem befriedigenden Ergebnis. Zur Vermeidung von Nullbesetzungen wurde in jeder Zelle ein kleiner, fester Wert addiert, wobei verschiedene Zahlen gewählt wurden. Der χ^2 -Wert des saturierten Modells liegt nie unter 20. Zur Gewährleistung einer befriedigenden Anpassungsgüte sollte dieser Wert gleich oder nahe null sein.

Der Grund hierfür ist sicherlich in der geringen Anzahl der Replikationen pro Aufgabe zu sehen. Die Anzahl der Meßwieder-

holungen wurde aus folgenden Gründen nicht höher angesetzt: (1) das Experiment stellt bereits mit nur zwölf Durchgängen eine erhebliche zeitliche Belastung für die Probanden dar; eine Beeinträchtigung der Bereitschaft zur Mitarbeit stand bei einer höheren Zahl von Replikationen zu befürchten; (2) bei der Protokollierung fiel immer wieder die offenbar hohe Zuverlässigkeit der Urteile aller Probanden auf: Zellen mit Urteilswahrscheinlichkeiten nahe .50 sind eher selten: die Satz- Zahl- (Bild-) Kombinationen sind also mehrheitlich mit Wahrscheinlichkeit nahe 1.0 "zulässig" bzw. "nicht zulässig"; dieser Eindruck wird durch die Ergebnisse der Voruntersuchungen mit vergleichbaren Materialien bestätigt. Eine höhere Zahl von Durchgängen dürfte an dieser Urteilsgenauigkeit wenig geändert haben.

Überblick über die weiteren Auswertungsschritte

Die weiteren Auswertungsschritte beruhen (1) auf der Entscheidung, die Datensätze der Probanden jeweils getrennt auszuwerten. Ausgehend von individuellen fünffaktoriellen Häufigkeitstabellen enthalten die logit- inearen Gleichungssysteme nur noch Parameter der experimentell variierten Faktoren. Die Auswertungsschritte beinhalten (2) den Versuch, die Datensätze über die Stufen eines oder mehrerer Faktoren so zusammenzufassen, daß eine statistisch gesicherte Ablehnung bzw. Nicht-Ablehnung der Untersuchungshypothesen gewährleistet ist.

Zuerst erfolgt eine "zweistufige Auswertung": in der ersten Stufe wird mit Varianzanalysen untersucht, ob zwischen den Stufen

der Faktoren "Vorgabeart", "Objektklasse" oder "Kontext" signifikante Mittelwertsunterschiede bestehen. In der zweiten Stufe werden pro Person die Daten über die Stufen insignifikanter Faktoren summiert und in einer kategorialen Regressionsanalyse nach dem logit-linearen Modell weiter ausgewertet.

In der "einstufigen Auswertung" wird der Faktor "Objektzahl" in zwei Zahlintervalle dichotomisiert und die Zustimmungshäufigkeiten innerhalb der beiden Intervalle summiert.

Ein- und zweistufige Auswertung beruhen auf einer Zusammenfassung der Rohdaten. Dadurch sinkt die Zahl der zu schätzenden Parameter; in den Häufigkeitstabellen liegen nach der Zusammenfassung auch mehr Replikationen pro Zelle vor, wodurch die Schätzung genauer wird.

Zweistufige Auswertung

Stufe (1): Für jeden Probanden wird eine Varianzanalyse mit den drei Faktoren

- Vorgabeart
- Kontext
- Objektklasse

gerechnet; in jede Zelle gehen 18 Werte zwischen null und sechs - bzw. null und vier für Proband fünf und neun - ein: sie

sind die Häufigkeiten des Zulässigkeitsurteils bei beliebigen Mengenwort-Zahl-Kombinationen unter der jeweils gegebenen Verknüpfung von Vorgabeart, Kontext und Objektklasse,

Tabelle (1) enthält die F-Werte dieser Analyse, die Mittelwertstabellen, die Summen der Abweichungsquadrate und die mittleren Quadrate sind im Anhang (2) aufgeführt. Auf dem 5%-Niveau signifikante F-Werte sind markiert.

Tabelle (1) (vgl. Text)

Haupteffekte

Proband	Vorgabe	Kontext	Objektklasse
1	1.065	0.093	0.021
2	<u>7.755</u>	0.884	0.375
3	0.001	0.496	0.356
4	3.083	<u>24.408</u>	<u>27.566</u>
5	0.359	0.176	0.116
6	<u>30.945</u>	1.148	2.032
7	0.001	0.555	0.690
8	0.005	0.013	0.194
9	0.007	0.126	0.186
10	0.545	0.056	0.415
11	3.281	0.063	0.104

Freiheitsgrade	1, 408	2, 408	3, 408
krit. F-Wert	3.840	3.000	2.600

Interaktionseffekte

Proband	Vorgabe *Kontext	Vorgabe *Objektklasse	Kontext *Objektklasse	Vorgabe *Objektklasse
1	0.045	0.032	0.191	0.046
2	0.024	0.296	0.297	0.055
3	0.160	0.556	0.229	0.111
4	0.137	<u>2.758</u>	<u>4.614</u>	1.216
5	0.123	0.059	0.061	0.113
6	0.508	2.049	0.134	0.282
7	0.291	0.495	0.363	0.441
8	0.074	0.045	0.141	0.061
9	0.094	0.073	0.082	0.105
10	0.063	0.311	0.181	0.138
11	0.023	0.123	0.112	0.139
Freiheitsgr. 2,	408	3, 408	6, 408	6, 408
krit. F-Wert	3.000	2.600	2.100	2.100

Bei Proband zwei und sechs zeigt sich ein Haupteffekt der Vorgabeart, d.h. es tritt ein signifikanter Unterschied in den mittleren Zustimmungshäufigkeiten zwischen Bild- und Zahlbe-
dingung auf.

Bei Proband vier ergibt sich für die Objektklasse und den adverbialen Kontext ein signifikanter Haupteffekt; die Wechselwirkungen zwischen Kontext und Objektklasse sowie zwischen Vorgabeart und Objektklasse sind ebenfalls signifikant; der Effekt

der Vorgabeart erreicht einen hohen, aber insignifikanten F-Wert: die Mittelwerte sind für jeden Kontext in der Bildvorgabe kleiner als in der Zahlvorgabe, die Interaktion geht darauf zurück, daß für "Haus" die Mittelwertsdifferenz nur halb so groß ist wie bei den übrigen Kontexten; d.h. die ordinale Relation der Kontexte ist in beiden Darbietungsmodi die gleiche; da also die Unterschiede zwischen den Kontexten durch die Summation über die Darbietungsmodi nicht verwischt werden, kann die Interaktion vernachlässigt werden.

Da keine Überlagerung der Wechselwirkungen zwischen den übrigen Faktoren zu erwarten steht, werden die Daten aus Bild- und Zahlbedingung addiert. Da die Mittelwertsunterschiede im Faktor "Kontext" und im Faktor "Objektklasse" außer bei Proband vier insignifikant sind, wird auch über die Stufen des Kontextes summiert.

Stufe (2): die resultierenden Häufigkeitstabellen mit den Faktoren

- Objektklasse
- Mengenwort
- Objektzahl

bilden die Rohwerte für eine kategoriale Regressionsanalyse. Die Häufigkeiten schwanken zwischen 0 und 36 bzw. 0 und 24 bei Proband fünf und neun. Zur Vermeidung von Nullbesetzungen wurde zu jedem Wert 0.2 addiert. Die Parameterschätzungen für das logit-lineare Gleichungssystem sind in Anhang (3) aufgeführt.

Als erstes werden folgende unsaturierte Modelle geprüft;

H(1): Das Urteil hängt nicht von den Dreifaktorinteraktionen ab.

H(2): Es hängt nur von den Haupteffekten der drei Faktoren ab.

H(3): Es hängt von keinem der drei Faktoren, sondern nur vom Gesamtmittel ab.

Tabelle (2) enthält

- (1) die χ^2 -Werte der saturierten Lösung
- (2) die χ^2 -Werte nach Weglassen der Dreifaktorwechselwirkungen
- (3) die χ^2 -Werte der Vorhersage, in die nur die Haupteffekte der drei Faktoren eingehen
- (4) die χ^2 -Werte ohne irgendeinen Effekt irgendeines Faktors.

Bei den χ^2 -Tests ist die Irrtumswahrscheinlichkeit stets 25%.

Die Ergebnisse für den vierten Probanden sind eingeklammert, da die Voraussetzung insignifikanter Mittelwertsunterschiede im Faktor "Kontext" und fehlender Interaktionen der "Vorgabeart" mit den übrigen Faktoren nicht gewährleistet ist.

Tabelle (2) (vgl. Text)

Proband	(1)	(2)	(3)	(4)
	saturiert	keine 3*	keine 3*,2*	Gesamt-
		Wechselwirkungen		mittel
1	0.98	<u>28.78</u>	1181.92	5859.36
2	0.07	47.41	461.94	850.28
3	0.20	52.65	606.81	2282.83
4	(0.05)	(19.78)	(63.18)	(332.60)
5	0.44	<u>28.41</u>	1118.58	3522.59
6	0.12	73.33	1861.78	2321.66
7	0.08	<u>23.73</u>	515.18	1120.08
8	0.81	<u>28.49</u>	3304.587	3596.57
9	0.45	<u>25.30</u>	758.48	5831.12
10	1.49	<u>26.34</u>	5227.31	16991.15
11	1.56	42.48	4362.27	15342.01
F(reiheits)g(rade)		27	60	71
kr(itischer) W(ert)		31.52	66.98	78.62

In zwei Fällen liegt der χ^2 -Wert der saturierten Lösung über 1.0, die größte Abweichung von null weist Proband elf mit 1.56 auf. Die saturierten Lösungen werden als befriedigend akzeptiert.

Bei sechs Probanden sind die Dreifaktorinteraktionen zu vernachlässigen, bei den Probanden zwei, drei, sechs und elf ist dies nicht möglich.

Zu prüfen sind folgende unsaturierte Modelle:

H(4): Das Urteil hängt nicht vom Faktor "Objektklasse" ab.

H(5): Es hängt nicht vom Faktor "Mengenwort" ab.

H(6): Es hängt nicht vom Faktor "Objektzahl" ab.

Tabelle (3) enthält die χ^2 -Werte der Vorhersagen, in die die Effekte jeweils eines der Faktoren nicht eingehen, und zwar:

- (1) χ^2 -Wert bei Streichung von "Objektklasse"
- (2) χ^2 -Wert bei Streichung von "Mengenwort"
- (3) χ^2 -Wert bei Streichung von "Objektzahl".

Tabelle (3) (vgl. Text)

Proband	(1)	(2)	(3)
	ohne Objekt ...Mengenw.		...Zahl
1	<u>39.53</u>	2754.94	2389.23
2	79.49	730.89	460.38
3	111.37	1341.12	563.08
4	(162.05)	(118.60)	(93.00)
5	<u>40.67</u>	1564.84	1663.81
6	279.16	1766.15	1183.78
7	<u>24.22</u>	652.17	854.61
8	<u>34.45</u>	2899.17	3406.74
9	<u>35.97</u>	2153.77	1345.36
10	106.95	8461.54	5937.87
11	<u>60.73</u>	4041.11	11986.36
Fg	54	44	60
kr. W.	62.59	49.89	66.98

Für sechs Probanden spielt der Faktor "Objektklasse" keine Rolle. Die Faktoren "Mengenwort" und "Objektzahl" führen stets zu

signifikanten Abweichungen, falls man sie wegläßt.

H(4) ist der Vorhersage äquivalent, daß die Antworthäufigkeiten nur auf die Faktoren "Mengenwort" und "Objektzahl" sowie deren Wechselwirkung zurückzuführen sind. Diese Vorhersage ist für sechs Probanden erfüllt.

Eine zusätzliche Restriktion führt zu der Hypothese

H(7): Das Zulässigkeitsurteil hängt nicht von der Interaktion der Faktoren "Mengenwort" und "Objektzahl" ab.

Tabelle (4) enthält die χ^2 -Werte der Vorhersage, die nur noch die Schätzwerte der Haupteffekte von "Mengenwort" und "Objektzahl" enthält.

Tabelle (4) (vgl. Text)

Proband Haupteffekte

M-wort, Zahl

1	1825.04		
2	477.53		
3	645.07		
4	(183.14)		
5	1118.50		
6	2240.98		
7	488.38		
8	3242.40		
9	805.30		
10	5334.50	Fg	63
11	4432.82	kr.W.	70.16

Der kritische χ^2 -Wert wird bei keinem Probanden unterschritten. Eine Vorhersage lediglich mit den Haupteffekten von "Mengenwort" und "Objektzahl" ist somit nicht statthaft.

Bei vier Probanden ist der Faktor "Objektklasse" signifikant, zu prüfen ist;

H(8) die Objektklasse wirkt als Haupteffekt.

in Tabelle (5) sind die Ergebnisse für die Vorhersage zusammengefaßt, in die die Schätzwerte der Haupteffekte aller drei Faktoren und die Wechselwirkung von "Mengenwort" und "Objektzahl" eingehen.

Tabelle (5) (vgl. Text)

Tabelle (6) (vgl. Text)

Proband	Haupteffekt Objektklasse	"einige..." zahlunabhängig
1	<u>38.69</u>	358.32
2	76.66	236.81
3	105.41	267.54
4	(48.30)	170.32
5	<u>40.31</u>	720.59
6	233.66	483.01
7	<u>31.09</u>	<u>55.07</u>
8	<u>33.01</u>	1848.67
9	<u>29.71</u>	367.04
10	93.51 Fg 51	278.83 Fg 54
11	<u>57.32</u> kr.W. 57.39	2395.39 kr.W. 62.59

Der Vergleich von Tabelle (5) mit Tabelle (3), Spalte (1), ergibt, daß die Antworthäufigkeiten der Probanden eins, fünf bis neun und elf sparsamer durch ein Modell vorherzusagen sind, das nur noch Haupt- und Wechselwirkungseffekte der Faktoren "Mengenwort" und "Objektzahl" enthält.

Das Antwortverhalten etwa der Hälfte der Probanden ist also von Kontext und Objektklasse unabhängig, d.h. insbesondere, "einige..." ist inhaltsneutral; zu prüfen ist:

H(9) "einige..." ist von der Objektzahl unabhängig.

Tabelle (6) enthält die χ^2 -Werte der Vorhersagen, in die keine Wechselwirkungseffekte der Objektzahlen mit "einige..." eingehen.

Nur für den siebten Probanden ist "einige..." sowohl inhaltsneutral als auch zahlunabhängig.

Fazit der zweistufigen Auswertung

In der varianzanalytischen Teilauswertung treten außer bei Proband vier bei den Faktoren "Objektklasse" und "adverbialer Kontext" keine signifikanten Mittelwertsunterschiede auf. Bei zwei Probanden liegen signifikante Haupteffekte der Vorgabeart vor; da sie mit keinem der anderen Faktoren in Wechselwirkung stehen, werden die Daten aus der Bild- und der Zahlbedingung addiert. Bei zehn Personen ist eine Zusammenfassung der Daten über die Stufen des Faktors "adverbialer Kontext" zulässig; Pro-

band vier erfüllt diese Voraussetzung nicht und bleibt daher unberücksichtigt.

Darauf aufbauend erbringt eine kategoriale Regressionsanalyse mit den Faktoren "Objektklasse", "Mengenwort" und "Objektanzahl" folgende Resultate. Bei sechs Probanden können die Urteilshäufigkeiten aus den Haupt- und Wechselwirkungseffekten von "Objektzahl" und "Mengenwort" vorhergesagt werden. Bei den Probanden zwei drei und sechs sind alle Haupt- und Wechselwirkungseffekte zwischen allen drei Faktoren zu berücksichtigen. Bei Proband zehn sind die Dreifaktorinteraktionen zu vernachlässigen.

Die Ergebnisse beider Auswertungsstufen stimmen bei sechs Probanden insofern überein, als die "Objektklasse" als Wirkgröße bei der Beurteilung quantifizierter Sätze zu vernachlässigen ist.

Bei den übrigen vier Probanden klaffen die Ergebnisse beider Verfahren auseinander. Aus dem Mittelwertsvergleich der Varianzanalyse schließt man auf insignifikante Unterschiede im Urteilsverhalten in Abhängigkeit von der Art der Objektklasse und des Kontextes; bei den Vorhersagen mit den Lösungen der kategorialen Regression ist es dagegen nicht zulässig, von einem nur unsystematischen Effekt der Objektklasse zu sprechen.

Bei Proband elf ergibt sich eine Abweichung: ein Modell ohne Dreifaktorinteraktionen muß abgelehnt werden, das restriktivere mit "Mengenwort", "Objektzahl" und deren Wechselwirkung aber nicht. Proband elf weist nach dem χ^2 -Wert der saturierten Lösung die ungenauesten Schätzungen auf, wie: Inkonsistenzen zwischen gültigen unsaturierten Vorhersagen sind daher zu erwar-

ten.

Einstufige Auswertung

Die Urteilshäufigkeiten werden für die Objektzahlen fünf, sechs und sieben sowie für acht bis elf addiert und wie in der zweistufigen Auswertung für die Bild- und Zahlbedingung summiert.

Aus der Summation in zwei ungleich großen Zahlintervallen ergeben sich für die beiden Stufen des Faktors "Zahlbereich" unterschiedliche Anzahlen von Replikationen, nämlich: $n=36$ für das Intervall der Objektzahlen (5,6,7) und $n=48$ für (8,9,10,11) bzw. $n=12$ für (8,9,10,11), falls der Satz "ein paar" enthält; für den fünften und den neunten Probanden liegen 24 und 36 bzw. 8 Replikationen pro Intervall vor. Die Zahl n der Replikationen spielt für die Größe des Schätzfehlers eine gewichtige Rolle, so daß bei unterschiedlich großen n die Schätzfehler einzelner Parameter bei sonst gleichen Bedingungen durch unterschiedliche Replikationszahlen verschieden groß ausfallen.

Daher dienen die pro Intervall gemittelten Antworthäufigkeiten als Rohwert. Dividiert man die summierten Häufigkeiten im Intervall (5,6,7) mit drei im Intervall (8,9,10,11) mit vier bzw. eins bei "ein paar", so hat man eine konstante Zahl von Wiederholungen pro Versuchsplanzelle.

Pro Person liegt eine Häufigkeitstabelle mit den vier Faktoren

- adverbialer Kontext
- Objektklasse

- Mengenwort

- Objektzahlbereich

vor, für die Lösungen des logit-linearen Gleichungssystems gesucht werden. Pro Person sind 72 Parameter zu schätzen. Zur Vermeidung von Nullbesetzungen wurde in jeder Zelle eine kleine Zahl addiert; dabei ergeben sich für 0.01 die besten Lösungen. Die Schätzwerte sind im Anhang (4) zu finden.

Zuerst werden Hypothesen zu den Wechselwirkungsniveaus geprüft:

H(10) Das Zulässigkeitsurteil hängt nicht von den Vierfaktorinteraktionen ab.

H(11): Es hängt nicht von Vier- und Dreifaktorinteraktionen ab.

H(12): Es hängt nur von den Haupteffekten der Faktoren ab.

H(13): Es hängt von keinem der vier Faktoren ab.

Tabelle (7) enthält

- (1) die χ^2 -Werte der saturierten Lösung
- (2) die χ^2 -Werte ohne Vierfachwechselwirkungen
- (3) die χ^2 -Werte ohne Drei- und Vierfachinteraktionen
- (4) die χ^2 -Werte der Vorhersage mit ausschließlich Haupteffekten
- (5) die χ^2 -Werte der Vorhersage mit dem Gesamtmittel.

Tabelle (7) (vgl. Text)

Proband	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	saturiert	keine 4*	...4*,3*	Haupt-	Gesamt-
		Wechselwirkungen		effekte	mittel
1	0.31	<u>9.31</u>	<u>12.12</u>	228.58	1010.24
2	0.09	<u>6.26</u>	<u>19.11</u>	191.45	1428.17
3	0.18	<u>3.16</u>	<u>10.84</u>	217.54	2346.76
4	0.07	<u>2.36</u>	<u>9.19</u>	<u>69.74</u>	2580.21
5	0.16	<u>1.86</u>	<u>24.93</u>	256.31	1094.47
6	0.09	<u>5.48</u>	<u>14.60</u>	497.43	2181.52
7	0.02	<u>3.22</u>	<u>5.99</u>	89.70	168.14
8	0.25	<u>12.27</u>	<u>18.66</u>	408.80	791.27
9	0.08	<u>3.08</u>	<u>15.12</u>	376.94	828.64
10	0.35	<u>3.78</u>	<u>9.47</u>	106.75	3287.69
11	0.40	<u>1.94</u>	<u>5.18</u>	382.15	1014.63
Fg		12	40	63	71
kr.W.		14.84	45.61	70.16	78.72

Die χ^2 -Werte der saturierten Lösung werden als befriedigend akzeptiert.

Für alle Probanden können sowohl Vier- als auch Dreifaktorwechselwirkungen vernachlässigt werden. Für keinen Probanden außer dem vierten ist die Vorhersage nur auf Grund der Haupteffekte bzw. ohne irgendeinen Effekt irgendeines Faktors erfüllt.

Folgende Hypothesen zu den Wirkfaktoren stehen zur Prüfung an:

H(14): Das Urteil hängt nicht vom Kontextfaktor ab.

H(15): Es hängt nicht vom Faktor "Objektklasse" ab.

H(16): Es hängt nicht vom Faktor "Mengenwort" ab.

H(17): Es hängt nicht vom Faktor "Zahlbereich" ab.

Tabelle (8) enthält die χ^2 -Werte für die Anpassungsgüte, falls bei der Vorhersage alle Effekte jeweils eines Faktors unberücksichtigt bleiben, und zwar

- (1) der adverbiale Kontext
- (2) die Objektklasse
- (3) das Mengenwort
- (4) der Zahlbereich.

Tabelle (8) (vgl. Text)

Proband	(1)	(2)	(3)	(4)
	ohne Kontext	...Objekt	...M-wort	...Zahl
1	<u>10.25</u>	<u>13.40</u>	709.18	122.93
2	56.19	<u>30.46</u>	521.37	90.13
3	67.83	<u>22.42</u>	1136.09	105.32
4	64.36	679.18	73.52'	<u>40.90</u>
5	<u>45.38</u>	<u>9.42</u>	826.27	147.98
6	<u>28.64</u>	78.76	847.24	152.22
7	<u>17.80</u>	<u>8.17</u>	122.17	79.41
8	<u>14.84</u>	<u>18.92</u>	480.55	193.68
9	<u>40.77</u>	<u>11.53</u>	448.71	86.99
10	<u>7.45</u>	<u>15.61</u>	870.78	222.39
11	<u>5.38</u>	<u>10.20</u>	939.02	229.82
Fg	48	54	36	48
kr.W.	49.48	62.59	41.28	41.28

Für acht Probanden kann der Faktor "Kontext" außer Betracht bleiben. Bei neun Probanden ist der Faktor "Objektklasse" nicht zu berücksichtigen. Beim vierten Probanden führt der Faktor "Zahlbereich" zu keinen systematischen Unterschieden im Antwortverhalten. Für alle Personen ist die Hypothese abzulehnen, der Faktor "Mengenwort" habe keinen Effekt.

Weiter wird geprüft:

H(18): Das Urteil hängt nur von den Faktoren "Mengenwort", "Zahlbereich" und ihrer Wechselwirkung ab.

H(19): Der Kontext wirkt als zusätzlicher Haupteffekt.

H(20): Die Objektklasse wirkt als zusätzlicher Haupteffekt.

Tabelle (9) enthält die χ^2 -Werte, die sich bei der Überprüfung

- (1) der Kontexthaupteffekthypothese,
- (2) des Objektklassenhaupteffektes und
- (3) der Vorhersage des Zulässigkeitsurteils mit den Faktoren "Mengenwort" und "Zahlbereich" und ihrer Wechselwirkung ergeben.

Tabelle (9) (vgl. Text)

Proband	(1)	(2)	(3)
	Haupteffekt		M-wort*
	Kontext	Objekt	Zahl
1	<u>34.71</u>	<u>19.51</u>	<u>14.69</u>
2	102.52	93.15	97.92
3	166.11	105.42	106.58
4	810.59	<u>54.32</u>	1604.02
5	<u>56.26</u>	<u>64.30</u>	<u>57.21</u>
6	123.53	118.45	85.74
7	<u>16.64</u>	<u>41.80</u>	<u>25.63</u>
8	<u>31.37</u>	<u>24.84</u>	<u>20.39</u>
9	<u>70.55</u>	<u>66.95</u>	<u>48.38</u>
10	<u>34.13</u>	<u>31.03</u>	<u>16.84</u>
11	<u>12.98</u>	<u>35.02</u>	<u>10.52</u>
Fg	64	63	66
kr.W.	71.12	70.06	73.33

Die Kontexthaupteffekthypothese ist für sieben Probanden beizubehalten. Für acht Personen ist die Objektklassenhaupteffekthypothese gültig. Für sieben Probanden ist die sparsamere Vorhersage erfüllt, in die nur die Faktoren "Mengenwort", "Zahlbereich" und deren Wechselwirkung eingeht. Proband vier ist auszuklammern, da er unabhängig vom Zahlbereich urteilt (s.o. H(17)).

H(18) wird zu folgender Hypothese verschärft:

H(21): Das Urteil hängt nicht von der Interaktion der Faktoren

"Mengenwort" und "Zahlbereich" ab.

Tabelle(10) enthält die χ^2 -Werte der Vorhersage, in die nur noch die Haupteffekte der beiden genannten Faktoren eingehen.

Tabelle (10) (vgl. Text)

Tabelle (11) (vgl. Text)

Proband	Haupteffekte					
	M-wort, Zahl			"einige..."	zahlunabhängig	
1	146.20			87.45		
2	189.62			108.06		
3	267.65			103.49		
4	974.06			1646.51		
5	228.59			76.43		
6	255.12			85.03		
7	170.28			<u>31.14</u>		
8	171.25			<u>34.42</u>		
9	190.02			<u>47.58</u>		
10	175.01	Fg	68	85.60	Fg	66
11	187.39	kr.W.	75.45	10.58	kr.W.	73.33

Die Hypothese H(20) ist mithin für jeden Probanden abzulehnen.

Für sieben Probanden gilt Unabhängigkeit der Urteile von Kontext und Objektklasse, die drei Quantoren sind also inhaltsneutral. Für "einige..." ist noch zu prüfen:

H(22) "einige..." ist unabhängig vom Zahlbereich.

Tabelle (11) enthält die χ^2 -Werte der unsaturierten Lösungen, die keine Interaktionseffekte von "einige..." mit dem Zahlbereich enthalten.

Somit gilt für die Probanden sieben bis neun und elf, daß "einige..." inhaltsneutral und zahlunabhängig ist.

Für die Probanden zwei, drei, und sechs ist offenbar nicht nur die Zweifaktorinteraktion von Mengenwort und Zahlbereich signifikant. Für diese Personen werden gültige unsaturierte Modelle gesucht, die explizit nur noch signifikante (Interaktions-)Effekte enthalten. Dieser Teil der Auswertung geht von keiner bestimmten Hypothese aus, die Ergebnisse dienen einer möglichst einfachen Beschreibung des Urteilsverhaltens der genannten Probanden.

Für die Probanden zwei und drei ist die Vorhersage gültig, in die die Haupteffekte von Kontext, Mengenwort und Zahlbereich und die Interaktionen zwischen Mengenwort und Zahl bzw. Mengenwort und Kontext eingehen. Der χ^2 -Wert beträgt für Proband zwei 66.90, für Proband drei 57.18 und liegt somit unter dem bei 60 Freiheitsgraden kritischen Wert von 66.98. Bei Proband sechs sind die Haupteffekte von "Objektklasse", "Mengenwort" und "Zahlbereich" sowie die Wechselwirkungen zwischen Mengenwort und Zahl bzw. Mengenwort und Objektklasse signifikant; der χ^2 -Wert ist 43.77, der kritische Wert bei 57 Freiheitsgraden 63.88.

Die Antworthäufigkeiten des vierten Probanden sind mit den Haupteffekten von Objektklasse, Kontext und Mengenwort vorhersagbar, die χ^2 -Statistik beträgt 56.85, der kritische

Wert bei 64 Freiheitsgraden 71.21.

Fazit der einstufigen Auswertung

Für alle Probanden dürfen Vier- und Dreifaktorinteraktionen vernachlässigt werden

Für die Probanden eins und fünf bis elf ist der Faktor "Kontext", für die Probanden eins bis drei, fünf, und sieben bis elf der Faktor "Objektklasse" als Wirkgröße bei der Vorhersage der Antworthäufigkeiten nicht weiter zu berücksichtigen. Proband vier urteilt ohne Berücksichtigung der Zahlinformation, "Kontext", "Objektklasse" und "Mengenwort" wirken als Haupteffekte.

Für alle Probanden außer zwei, drei und sechs darf sowohl der Kontext als auch die Objektklasse außer acht gelassen werden; die logisch äquivalente Hypothese, das Urteil hängt nur von den Faktoren "Mengenwort", "Zahlbereich" und deren Wechselwirkung ab, ist für alle diese Personen beizubehalten. Beim zweiten, dritten und sechsten Probanden ist entweder der Haupteffekt des Kontextes oder der Objektklasse und zusätzlich die Interaktion zwischen Mengenwort und Kontext bzw. Mengenwort und Objektklasse signifikant.

"Einige..." ist für die Personen sieben bis neun und elf zudem vom Zahlbereich unabhängig.

Die Ergebnisse im Überblick

Aus der zweistufigen Auswertung folgt: Varianzanalysen mit den Faktoren Kontext, Objektklasse und Vorgabeart ergeben für zwei Probanden signifikante Haupteffekte der Darbietung, bei einer Person sind die Haupteffekte und die Interaktion von Kontext und Objektart sowie die Interaktion von Kontext und Vorgabeart signifikant.

Um die Genauigkeit der weiteren Auswertungen zu erhöhen, werden die Daten über den Faktor "Vorgabeart" summiert; er steht nur bei einer Person mit einem anderen Faktor - dem adverbialen Kontext - in Wechselwirkung, diese kann vernachlässigt werden, da durch die Zusammenfassung Unterschiede zwischen den Stufen des Kontextfaktors nicht überlagert werden.

In der zweistufigen Auswertung werden die Antworthäufigkeiten bei zehn Probanden außerdem über alle Stufen des adverbialen Kontextes addiert, da zwischen den Kontexten keine signifikanten Mittelwertsunterschiede bestehen. Für eine Person ist diese Voraussetzung nicht erfüllt, der Proband wird in dieser Teilauswertung nicht weiter berücksichtigt. Nach der Lösung eines dreifaktoriellen logit-linearen Gleichungssystems zeigt sich bei sechs Probanden, daß die Antworten auf die Faktoren Mengenwort, Zahl und deren Wechselwirkung zurückzuführen sind; bei drei Probanden ergibt sich keine gültige unsaturierte Lösung.

Aus der einstufigen Auswertung ist zu schließen: die logit-linearen Gleichungssysteme mit den Faktoren Mengenwort, Zahlbe-

reich und deren Wechselwirkung führen bei sieben Probanden zu gültigen Vorhersagen der Antworthäufigkeiten, diese Personen urteilen also unabhängig von Kontext und Objektklasse. Bei einer Person sind zur Vorhersage nur die Haupteffekte von Kontext, Objektklasse und Mengenwort erforderlich, sie urteilt unabhängig vom Zahlbereich. Bei zwei Personen ist der Kontexthaupteffekt und die Interaktion von Kontext und Mengenwort signifikant, sie urteilen unabhängig von der Objektklasse. Bei einer Person tritt der Objektklassenhaupteffekt und die Wechselwirkung von Objektklasse und Mengenwort signifikant hervor, sie urteilt unabhängig vom Kontext.

Vermischt man intra- und interindividuelle Unterschiede durch Summation der individuellen Antworthäufigkeiten, so sind alle Haupt- oder Wechselwirkungseffekte der Darbietungsart, des Kontextes, der Objektklasse, des Mengenwortes oder der Objektzahl bei der Vorhersage der Antworthäufigkeiten der Gesamtgruppe erforderlich.

Die Ergebnisse der logit-Regression der zweistufigen Auswertung von Proband zwei bis vier, sechs und zehn werden bei der Entscheidung der Hypothesen ausgeklammert:

(1) Die logit-Regression der zweistufigen Auswertung beruht auf der Voraussetzung insignifikanter Unterschiede zwischen den Kontexten. Proband zwei bis vier weisen in der einstufigen Auswertung signifikante Haupteffekte des Kontextes, Proband zwei und drei zusätzlich signifikante Interaktionen von Kontext und Mengenwort auf. Die genannte Voraussetzung ist bei diesen Personen also nicht haltbar.

In der einstufigen Auswertung wird bei Proband vier eine signifikante Interaktion von Kontext und Objektklasse aus den Varianzanalysen der zweistufigen Auswertung nicht reproduziert.

(2) Proband sechs und zehn urteilen laut einstufiger Auswertung unabhängig vom Kontext, Proband zehn zudem auch unabhängig von der Objektklasse. Bei Proband zehn ist die Umformung der Rohdaten in eine logit-lineare Parameterdarstellung in der zweistufigen Auswertung ungenau, wie der hohe χ^2 -Wert der saturierten Lösung zeigt.

Die saturierten Lösungen der zweistufigen Auswertung beider Probanden können nicht vereinfacht werden, sie sind zufallskritisch nicht prüfbar und deshalb bei der Entscheidung der Untersuchungshypothesen auszuklammern.

Proband sechs weist in der logit-Regression der einstufigen Auswertung einen signifikanten Haupteffekt und eine signifikante Interaktion von Objektklasse und Mengenwort auf. Bei der Mittelung über alle Mengenwörter und Objektzahlen in den Varianzanalysen der zweistufigen Auswertung wird aber kein signifikanter Haupteffekt der Objektklasse beobachtet.

(3) Die saturierten Lösungen der zweistufigen Auswertung sind bei der Mehrheit der Probanden ungenauer als die der einstufigen. Die Mittelung der Daten über die Zahlen innerhalb zweier Intervalle führt offenbar zu einer Glättung der Häufigkeiten, aus denen die Parameter der einstufigen Auswertung geschätzt werden. Prinzipiell ist in der zweistufigen Auswertung bei zehn Personen auch

eine Zusammenfassung der Daten über die Objektklassen möglich. Die versuchsweise gerechneten saturierten Lösungen fallen schlechter aus als bei Summation über die Kontexte.

Die kritischen Werte beruhen in den Varianzanalysen auf einer fünfprozentigen Irrtumswahrscheinlichkeit, in der logit-Regression liegt sie bei 25 Prozent. Diese Wahlen beruhen auf folgenden Überlegungen:

(1) Die Varianzanalysen gehen von der Nullhypothese insignifikanter Unterschiede zwischen den Stufen der einzelnen Faktoren aus; nach Hörmann sind diese Unterschiede signifikant. Ein liberales α -Kriterium beruht mithin auf der Entscheidung, bereits relativ kleine Mittelwertsdifferenzen als Beleg für Hörmanns Überlegungen zu bewerten. Je strikter das α -Kriterium gewählt wird, desto stärker müssen Hörmann'sche Effekte sein, um den kritischen Wert zu überschreiten. Mit einem fünfprozentigen Niveau vermeidet man wohl beide Extreme.

(2) Nach der Zusammenfassung über die Darbietungsarten hängen die Antworthäufigkeiten in der einstufigen Auswertung nur noch von den Faktoren ab, deren Haupt- und Wechselwirkungseffekte nach Hörmann signifikant sind. Hörmanns Vorhersagen sind mithin nicht mit einem unsaturierten Modell zu prüfen: nach Hörmann schwankt die Zulässigkeit der Zahlen mit der Kombination von Kontext, Objektart und Mengenwort, somit sind die Interaktionen zwischen allen vier Faktoren signifikant, die saturierten Modelle können nicht vereinfacht werden. Ist dagegen eine Vorhersage der Antworthäufigkeiten mit unsaturierten Modellen ohne signifikante Abweichungen von den Beobachtungen möglich, so sind Hörmanns

Vorhersagen als nicht gültig zurückzuweisen.

In der zweistufigen Auswertung sind die Unterschiede zwischen den Kontexten und Objektarten bei zehn Probanden insignifikant. Somit widerspricht bereits die varianzanalytische Teilauswertung Hörmanns Ansatz.

(3) Die Prüfung unsaturierter Modelle zielt auf eine möglichst einfache logit-lineare Vorhersage der Daten. Die Nullhypothese besteht darin, daß beobachtete und vorhergesagte Antworthäufigkeiten nur insignifikant voneinander abweichen. Das Ziel besteht mithin in der Beibehaltung einer Nullhypothese, d.h. einer Vorhersage, die weniger Haupt- und Wechselwirkungseffekte enthält, als nach Hörmann zu fordern ist.

Der kritische χ^2 -Wert ist umso größer, je strikter das α -Kriterium gewählt wird, eine kleine Irrtumswahrscheinlichkeit α ermöglicht also auch bei hohen Diskrepanzen von vorhergesagten und beobachteten Häufigkeiten die Beibehaltung des betreffenden unsaturierten Modells. Mit einem liberalen α -Kriterium sind hingegen schon relativ kleine Diskrepanzen hinreichend, um den kritischen Wert zu überschreiten; das Modell, das als Alternative zu Hörmann beibehalten wird, muß also eine hohe Übereinstimmung mit den Beobachtungen beinhalten.

(4) Ein Modell, das mit 25 Prozent Irrtumswahrscheinlichkeit beibehalten wird, ist auch bei einem fünfprozentigen α -Kriterium beizubehalten, da der kritische Wert im zweiten Fall höher ist als im ersten. Ist es auf der Grundlage des strikten Kriteriums abzulehnen, so ist die gleiche Entscheidung auch unter dem libe-

ralen Kriterium zu treffen. Ein mit $\alpha=0.25$ abgelehntes Modell kann aber unter einem fünfprozentigen Signifikanzniveau beibehalten werden, falls der Wert der Chi^2 -Funktion zwischen beiden Kriteriumswerten liegt.

Somit ist keine Entscheidung der logit-Auswertung zugunsten eines unsaturierten Modells zu widerrufen, falls ein strikteres Kriterium für den α -Fehler angesetzt wird.

Die Wahl eines höheren Fehlers erster Art ist zudem vorteilhafter, da bei einem strikten α -Kriterium ein höherer Fehler zweiter Art in Kauf zu nehmen ist.

Die Entscheidung der Untersuchungshypothesen stützt sich hauptsächlich auf die Ergebnisse der einstufigen Auswertung; die Ergebnisse der zweistufigen Auswertung werden bei Proband zwei, drei, sechs und zehn ganz ausgeklammert; bei Proband vier wird die logit-Regression dieser Teilauswertung nicht berücksichtigt.

Entscheidung der Untersuchungshypothesen

Bei Trennung intra- und interindividueller Unterschiede sind folgende Entscheidungen zu fällen:

Zu Hörmann: Hörmanns Vorhersagen treffen für eine deutliche Mehrheit der Probanden nicht zu; für eine Minderheit von drei Probanden treten Wechselwirkungen zwischen Mengenwort und Kontext oder Mengenwort und Objektklasse auf, sie ergeben sich jedoch nicht in allen Auswertungsverfahren; zudem sind die Antworten jeweils von Kontext oder Objektklasse unabhängig. Nur ein einziges Mal tritt eine Wechselwirkung von Kontext und Objektklasse auf. Hörmanns Überlegungen sind also nur für eine Minderheit der Personen partiell erfüllt.

Zu Yager: in den logit-Regressionen sind die Urteilshäufigkeiten bei sieben Probanden wie vorhergesagt auf die Faktoren "Mengenwort", "Objektzahl" und deren Wechselwirkung zurückzuführen. Ein Proband weist in der einstufigen Auswertung nur signifikante Haupteffekte von Objektklasse, Kontext und Mengenwort auf: alle Zahlen sind mit den einzelnen Mengenwörtern also jeweils gleich gut verträglich. Wie in der weiteren Diskussion der Ergebnisse bewiesen wird, kann unter dieser Voraussetzung für den Kontext kein Haupteffekt abgeleitet werden. Der gleiche Proband weist in den Varianzanalysen der zweistufigen Auswertung einen signifikanten Interaktionseffekt von Kontext und Objektklasse auf; bei zwei weiteren Probanden ergeben sich in der einstufigen Auswertung neben den vorhergesagten Haupteffekten des Kontextes auch signifikante Wechselwirkungen dieses Faktors mit dem Mengenwort; sie

sind aus dem Ansatz Yagers nicht abzuleiten. Ein Proband urteilt in Abhängigkeit von der Objektklasse: neben dem Haupteffekt ergibt sich eine signifikante Interaktion der Objektklasse mit dem Mengenwort; diese Effekte stehen in Widerspruch zu Yagers Vorhersagen.

Yagers Vorhersagen sind also nicht in vollem Umfange erfüllt.

Zur Modelltheorie: für "ein paar..." und "mehrere..." gilt, daß die erwarteten Wechselwirkungen von Kontext, Objektklasse, Mengenwort und Objektzahl ausbleiben. "Einige..." erweist sich, wie aus der Modelltheorie abgeleitet, bei einer Minderheit der Probanden als zahlunabhängig, bei der großen Mehrheit ist "einige..." in Widerspruch zur Vorhersage dagegen zahlabhängig.

Die Ergebnisse aus der Auswertung der Gesamtgruppe - also bei Vermengung intra- und interindividueller Unterschiede - entsprechen voll den Hörmann'schen Erwartungen.

Wirkungszusammenhänge beim Verstehen quantifizierter Sätze

Hörmanns Vorhersagen sind nur vereinzelt erfüllt

Das Hauptziel der Untersuchung besteht in der Überprüfung der Hörmann'schen Überlegungen zum Verstehen quantifizierter Sätze am individuellen Urteil.

Somit sind zwei Ergebnisse hervorzuheben: (1) Drei- und Vierfaktorinteraktionen zwischen Kontext, Objektklasse, Mengenwort und Objektzahl sind nie signifikant. Nur bei einer Minderheit von drei Probanden treten Wechselwirkungen zwischen Kontext und Mengenwort bzw. Objektklasse und Mengenwort auf. Bei einer Person ergibt sich eine signifikante Interaktion zwischen Kontext und Objektklasse, falls ihre Antworten über alle Kombinationen von Mengenwörtern und Objektzahlen zusammengefaßt werden; (2) Vermengt man intra- und interindividuelle Unterschiede, so ergeben sich alle möglichen Interaktionen zwischen Vorgabeart, Kontext, Objektklasse, Mengenwort und Objektzahl.

Daraus folgt, daß die von Hörmann berichteten und für individuelles Sprachverstehen postulierten Wechselwirkungen zwischen Satzgliedern weitgehend auf die Vermengung intra- und interindividueller Unterschiede zurückzuführen sind.

Haupteffekte sind kein Beleg pro Hörmann

Hörmann führt aus: (1) Wörter haben keine starren Bedeutungen

(1983, 11); (2) das Zusammenwirken einzelner Wortbedeutungen bei der Konstitution der Satzbedeutung ist "keine immer gleiche 'Amalgamierung' der Wörter im Satz" (1983, 11): es findet eine wechselseitige Anpassung und Veränderung der Einzelwortbedeutungen hin zu einer stimmigen Gesamtäußerung statt (1983, 52).

Dies schließt aus, daß Kontext, Objektklasse und Mengenwort nur als Haupteffekte wirken.

Effekte in Hörmanns Originaluntersuchung

Die Effekte von Kontext, Objektklasse und Mengenwort sind in Hörmanns Untersuchung statistisch nicht überprüft worden. Hörmanns Schlußfolgerungen gehen also auf eine letztlich willkürliche Interpretation der Unterschiede zwischen den Verläufen und den Medianen bestimmter Urteilsprofile zurück (S.5).

Tabelle 2 in Hörmann (1983, 31) enthält die Mediane von "ein paar...", "einige..." und "mehrere..." in siebzehn Objektbereichen. Für diese Werte ergibt eine von mir gerechnete zweifaktorielle Varianzanalyse mit einer Besetzung pro Zelle (Winer 1971, 394ff.) nur signifikante Haupteffekte von Objektklasse und Mengenwort, die Wechselwirkung bleibt insignifikant. Tabelle (1) enthält die Ergebnisse. Die Streuungen der Mediane der drei Mengenwörter über die siebzehn Objektklassen sind homogen: Cochrans C (Winer, 1971, 208) ergibt 0.388, der kritische Wert ist bei fünf Prozent Irrtumswahrscheinlichkeit 0.734.

Tabelle (1) (vgl. Text)

<u>Quelle</u>	SAQ	MQ	Fg	F-Wert	krit. Wert
Objektklasse	53.76	3.36	16	15.89	2.02 ($\alpha=0.05$)
Mengenwort	9.42	4.71	2	22.27	3.72 ($\alpha=0.05$)
nonadditiver Term	0.08	0.08	1	0.37	1.28 ($\alpha=0.25$)
Balance	6.55	0.21	31		
Residuum	6.63	0.20			
Total	69.82				

Zur Prüfung der nonadditiven Komponente wird, wie von Bortz (1972, 399) empfohlen, ein liberaler α -Fehler gewählt.

Vergleichbare Wertetabellen mit Kontext oder Kontext- und Objektklassenfaktor sind in Hdrmann (1983) leider nicht zu finden. Somit sind mit den Medianen eines Originalexperiments von Hörmann signifikante Wechselwirkungen von Objektklasse und Mengenwort nicht belegbar.

Signifikante Effekte in der zweistufigen Auswertung

Aus den Haupt- und Wechselwirkungseffekten der jeweils signifikanten Faktoren werden pro Person die erwarteten Antwortwahrscheinlichkeiten berechnet. Da sie von den beobachteten nur insignifikant abweichen, kann die Beschreibung des Wirkungszusammenhangs als gültig betrachtet werden.

Bei den Probanden eins, fünf, sieben bis neun und elf ist die Wahrscheinlichkeit des Urteils "zulässig" vom Mengenwort (M), der Objektzahl (Z) und deren Interaktion (MZ) abhängig:

$$P_{MZ1j} = \exp(\beta_0 + \beta_{M1} + \beta_{Zj} + \beta_{MZ1j}) / (1 + \exp(\beta_0 + \beta_{M1} + \beta_{Zj} + \beta_{MZ1j}))$$

mit $i=1,2,3$, $j=1,\dots,4$, falls $i=1$ und $j=1,\dots,7$ sonst. Da "ein paar..." nie mit neun bis elf Objekten vorgegeben wird, ist bei den linearen Restriktionen strukturellen Nullen Rechnung zu tragen. Somit gilt:

$$\beta_{Z7} = -\sum_j \beta_{Zj}, \quad j=1,\dots,6,$$

$$\beta_{M3} = -\beta_{M1} - \beta_{M2}, \quad \beta_{MZ14} = -\sum_j \beta_{MZ1j}, \quad j=1,2,3,$$

$$\beta_{MZ17} = -\sum_j \beta_{MZ1j}, \quad j=1,\dots,6, \quad i=1,2,3,$$

$$\beta_{MZ3j} = -\beta_{MZ1j} - \beta_{MZ2j}, \quad j=1,\dots,4 \text{ und}$$

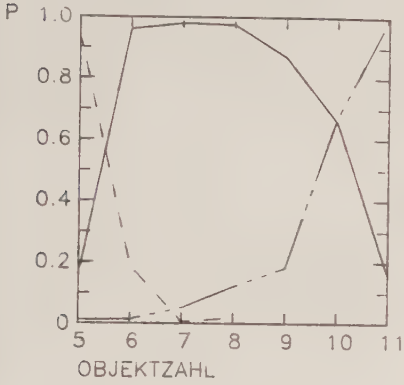
$$\beta_{MZ3j} = -\beta_{MZ2j}, \quad j=5,6,7 \text{ (S.98).}$$

Als Werte verschiedener Zweipunktverteilungen addieren sich die Wahrscheinlichkeiten der Mengenwörter pro Zahl nicht zu eins.

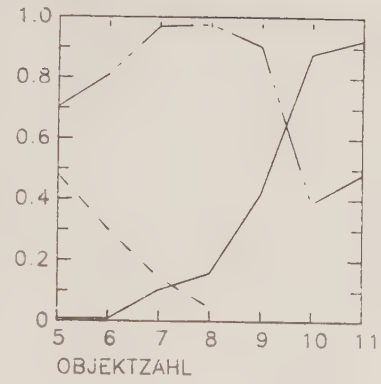
Die Wahrscheinlichkeiten P der einzelnen Mengenwörter sind in Abbildung (1) zu einem "Profil" verbunden. Die gestrichelte Linie bezeichnet das Profil von "ein paar...", es endet wegen der strukturellen Nullen bei der Zahl acht; die durchgezogene Linie bezeichnet "mehrere...", lange und kurze Striche "einige...". Die Wertetabellen sind im Anhang (5) zusammengestellt.

Abbildung (1): (vgl. Text)

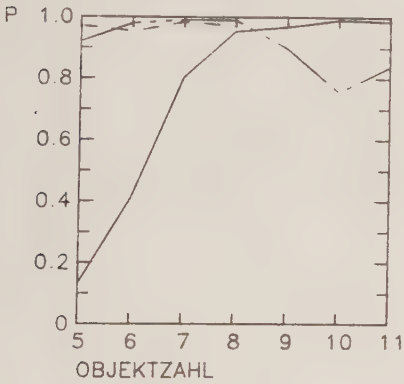
Proband eins



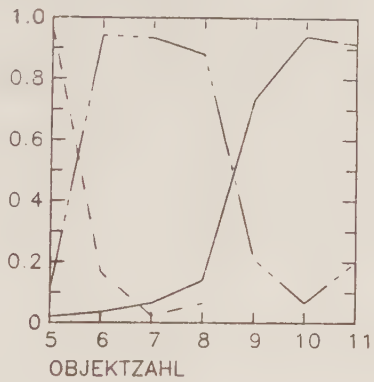
Proband fünf

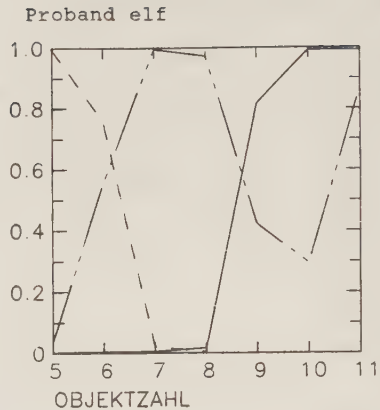
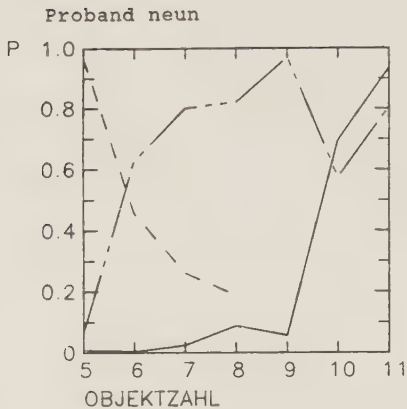


Proband sieben



Proband acht





Proband eins: fünf Stück fallen unter "ein paar", sechs bis neun unter "mehrere", elf unter "einige"; auf zehn treffen "einige" und "mehrere" etwa gleich gut zu.

Proband fünf: bei fünf bis neun Stück ist "einige" die Beschreibung erster Wahl, bei zehn und elf Objekten ist "einige" weniger zutreffend als "mehrere"; die Wahrscheinlichkeit von "ein paar" beträgt bei fünf Stück 0.50 und nimmt bei größeren Zahlen rasch ab.

Proband sieben: "einige" ist bei fünf bis acht Objekten mit "ein paar" austauschbar, "mehrere" ist bei fünf und sechs Stück selten, es trifft auf sieben und acht Objekte fast genauso gut zu wie "einige" oder "ein paar"; neun bis elf Stück fallen etwas häufiger unter "mehrere" als unter "einige".

Proband acht: fünf Dinge fallen fast ausschließlich unter "ein paar", sechs bis acht Objekte sind fast sicher "einige", "mehrere" trifft auf neun bis elf Stück am besten zu.

Proband neun: "ein paar" ist bei fünf Stück am häufigsten und wird bei größeren Anzahlen immer seltener; bei sechs sind "ein paar" und "einige" gleich wahrscheinlich, sieben bis neun Objekte fallen fast nur unter "einige", "einige" und "mehrere" treffen auf zehn und elf Stück etwa gleich gut zu.

Proband elf: fünf Objekte sind fast sicher "ein paar", auf sechs Stück treffen "ein paar" und "einige" etwa gleich oft zu, sieben und acht fallen fast sicher unter "einige"; bei neun und elf ist "mehrere" etwas häufiger als "einige", zehn Stück werden wesentlich öfter unter "mehrere" als unter "einige" gefaßt.

Mittelt man die Häufigkeiten der sechs Probanden pro Mengenwort und Zahl, ergibt sich (Tabelle (2)): im Durchschnitt der Gruppe werden die Zahlen überwiegend mit Wahrscheinlichkeiten zwischen 0.3 und 0.7 unter die verschiedenen Mengenwörter gefaßt: keine Zahl trifft (fast) sicher bei einem bestimmten Mengenwort zu, und nur wenige Zahlen schließen ein bestimmtes Mengenwort eher aus: intraindividuell extreme Unterschiede zwischen den Zellenbesetzungen werden verwischt.

Tabelle (2) (vgl. Text)

	5	6	7	8	9	10	11	Stück
ein paar	0.72	0.40	0.21	0.18	-	-	-	
mehrere	0.05	0.21	0.28	0.33	0.55	0.74	0.70	
einige	0.26	0.56	0.67	0.68	0.51	0.39	0.59	

Bei Proband vier interagieren in der Varianzanalyse Kontext und Objektklasse signifikant. Während sich die Mittelwerte von "Ballen", "Kisten" und "Tonnen" in allen Kontexten zwischen ca. 4.9 und 5.9 bewegen, fallen sie für "Schränke" extremer aus (vgl. Anhang (2)): der Mittelwert ist im Kontext "Fabrik" (5.5) fast doppelt so hoch wie bei "Garage" (3.1) oder "Haus" (2.9). Sätze mit großen Objekten vor großen Gebäuden sind wesentlich öfter "zutreffend" als Sätze mit "Garage" oder "Haus". Hörmann berichtet für "ein paar" den gegenläufigen Effekt (1983, 36).

Die übrigen Probanden werden ausgeklammert (S.133f.).

Signifikante Effekte der einstufigen Auswertung

Bei Proband eins, fünf und sieben bis elf sind die Faktoren Mengenwort (M) und Zahlbereich (Z) sowie deren Interaktion (MZ) signifikant. Die Urteilswahrscheinlichkeiten sind aus Gleichung (1) $P_{Mz1j} = \exp(\beta_0 + \beta_{M1} + \beta_{Zj} + \beta_{Mz1j}) / (1 + \exp(\beta_0 + \beta_{M1} + \beta_{Zj} + \beta_{Mz1j}))$ und den linearen Restriktionen $\beta_{Z2} = -\beta_{Z1}$, $\beta_{M3} = -\beta_{M1} - \beta_{M2}$, $\beta_{Mz12} = -\beta_{Mz11}$, $i=1,2,3$, und $\beta_{Mz3j} = -\beta_{Mz1j} - \beta_{Mz2j}$, $j=1,2$, vorherzusagen. Die Werte sind in Tabelle (3) zusammengefaßt.

Tabelle (3): (vgl. Text)

Proband 1

Mengenwort	Zahlbereich	
	5-7	8-11
ein paar	0.38	0.01
mehrere	0.68	0.67
einige	0.02	0.47

Proband 5

Mengenwort	Zahlbereich	
	5-7	8-11
ein paar	0.20	0.02
mehrere	0.03	0.61
einige	0.92	0.60

Proband 7

Mengenwort	Zahlbereich	
	5-7	8-11
ein paar	0.96	0.97
mehrere	0.44	0.97
einige	0.96	0.83

Proband 8

Mengenwort	Zahlbereich	
	5-7	8-11
ein paar	0.39	0.03
mehrere	0.02	0.67
einige	0.65	0.30

Proband 9

Mengenwort	Zahlbereich	
	5-7	8-11
ein paar	0.58	0.09
mehrere	0.01	0.44
einige	0.49	0.67

Proband 10

Mengenwort	Zahlbereich	
	5-7	8-11
ein paar	0.54	0.00
mehrere	0.69	0.97
einige	0.65	0.01

Proband 11

Mengenwort	Zahlbereich	
	5-7	8-11
ein paar	0.58	0.00
mehrere	0.01	0.69
einige	0.54	0.44

Mittel in der Gruppe

Mengenwort	Zahlbereich	
	5-7	8-11
ein paar	0.48	0.17
mehrere	0.29	0.64
einige	0.57	0.50

Proband eins: "mehrere" tritt in beiden Zahlbereichen gleich häufig auf; "ein paar" ist auf kleine Zahlen beschränkt, "einige" auf große; "ein paar" und "einige" sind seltener als "mehrere".

Proband fünf: "mehrere" trifft fast nur auf große Zahlen zu; "ein paar" wird selten und fast nur bei kleinen Zahlen gebraucht; "einige" und "mehrere" sind bei großen Zahlen etwa gleich häufig, bei kleinen übertrifft "einige" die anderen Mengenwörter bei weitem.

Proband sieben: kleine und große Zahlen fallen fast sicher unter "ein paar"; bei kleinen Zahlen sind "ein paar" und "einige", bei großen "ein paar" und "mehrere" austauschbar; "einige" trifft auf kleine Zahlen etwas öfter zu als auf große, "mehrere" ist bei kleinen Zahlen eher selten.

Proband acht: "ein paar" tritt eher selten und fast nur bei kleinen Zahlen auf; "mehrere" spielt bei kleinen Zahlen keine Rolle, "einige" ist bei kleinen Zahlen wesentlich häufiger als "ein paar"; große Zahlen werden bevorzugt unter "mehrere" gefaßt.

Proband neun: kleine Zahlen fallen entweder unter "ein paar" oder "einige", "ein paar" ist etwas häufiger; große Zahlen fallen unter "mehrere", häufiger noch unter "einige".

Proband zehn: bei acht bis elf Stück ist "mehrere" die zutreffende Beschreibung, "einige" ist zu vernachlässigen, "ein paar" tritt nie auf; kleine Zahlen fallen etwa gleich oft unter "einige" und "mehrere", "ein paar" tritt etwas seltener auf.

Proband elf: "ein paar" spielt bei großen, "mehrere" bei kleinen Zahlen keine Rolle; "ein paar" und "einige" treffen auf fünf bis sieben Objekte etwa gleich gut zu; "einige" ist bei großen Zahlen etwas seltener als bei kleinen; große Zahlen werden bevorzugt unter "mehrere" gefaßt.

Mittelt man pro Person die Wahrscheinlichkeiten der zweistufigen Auswertung für die Zahlen fünf bis sieben bzw. acht bis elf, erhält man für die Probanden eins, fünf, sieben bis neun und elf fast die gleichen Werte wie in der einstufigen Auswertung: die mittleren absoluten Abweichungen zwischen beiden Auswertungen liegen zwischen 0.01 und 0.04.

Mittelt man die Wahrscheinlichkeiten aller sieben Probanden (Tabelle (3)), treten Werte nahe null oder nahe eins nicht mehr auf; "einige" ist im Bereich kleiner und großer Zahlen etwa gleich wahrscheinlich, "ein paar" ist bei kleinen Zahlen häufiger als bei großen, bei "mehrere" verhält es sich umgekehrt. Die intraindividuell oft extremen Unterschiede zwischen den Zellen werden verwischt. Die mittlere absolute Abweichung von den pro Zahlbereich gemittelten Häufigkeiten aus Tabelle (2) beträgt nur etwa fünf Prozent.

Proband vier urteilt unabhängig vom Zahlbereich, zur Vorhersage genügt das Gleichungssystem mit den Haupteffekten von Kontext (K), Objektklasse (O) und Mengenwort (M)

$$(2) P_{KOM1,j,k} = \exp(\beta_0 + \beta_{K1} + \beta_{Oj} + \beta_{Mk}) / ((1 + \exp(\beta_0 + \beta_{K1} + \beta_{Oj} + \beta_{Mk}))$$

mit $\beta_{M3} = -\beta_{M1} - \beta_{M2}$, $\beta_{O4} = -\beta_{O1} - \beta_{O2} - \beta_{O3}$ und $\beta_{K3} = -\beta_{K1} - \beta_{K2}$, $i, k = 1, 2, 3$, $j = 1, \dots, 4$. Die Werte sind in Tabelle (4) aufgeführt.

Kontext und Objektklasse interagieren offenbar nur dann signifikant (S.146), falls der Faktor "Mengenwort" unberücksichtigt bleibt.

Tabelle (4) (vgl. Text)

S: "Schränke"; B: "Ballen"; T: "Tonnen"; K: "Kisten"

	ein paar			mehrere			einige		
	Garage	Fabrik	Haus	Garage	Fabrik	Haus	Garage	Fabrik	Haus
S	0.39	0.75	0.36	0.78	0.94	0.76	0.38	0.74	0.35
B	0.94	0.98	0.91	0.98	0.99	0.98	0.91	0.98	0.89
T	0.86	0.96	0.87	0.97	0.99	0.96	0.85	0.96	0.84
K	0.87	0.91	0.85	0.97	0.98	0.97	0.86	0.91	0.85

Wie in der zweistufigen Auswertung sind große "Schränke" vor kleinen Gebäuden seltener als vor der "Fabrik", für die übrigen Objektarten ergeben sich keine augenfälligen Unterschiede.

Proband zwei und drei urteilen in Abhängigkeit von den Haupteffekten des Kontextes (K), des Mengenwortes (M) und des Zahlbereichs (Z); Kontext und Mengenwort (KM) sowie Zahlbereich und Mengenwort (MZ) interagieren signifikant. Zur Vorhersage genügt das Gleichungssystem (3) $P_{KMZijk} = f_{KMZijk} / (1 + f_{KMZijk})$ mit $f_{KMZijk} = \exp(\beta_0 + \beta_{K1} + \beta_{M1} + \beta_{Z1} + \beta_{KM11} + \beta_{MZ11})$, $i, j = 1, 2, 3$, $k = 1, 2$; neben den linearen Restriktionen aus Gleichung (1) und (2) gilt $\sum_i \beta_{KM11} = \sum_j \beta_{KM11} = 0$, $i, j = 1, 2, 3$, $k = 1, 2$ (Tabelle (6)).

Hörmann (1983, 35) berichtet, daß "ein paar Menschen" im Schnitt

vor kleinen Gebäuden zahlenmäßig weniger sind als vor großen, die Mediane der Gebäudekontexte schwanken zwischen 4.5 und 5.3. Die Wahrscheinlichkeit von "ein paar" sollte also im Intervall der Zahlen fünf bis sieben bei allen Kontexten etwa gleich groß ausfallen; im Intervall der großen Zahlen steht zu erwarten, daß sie bei "Fabrik" größer ist als bei "Haus" oder "Garage".

Proband zwei beurteilt "ein paar" bei fünf bis sieben Objekten vor der großen "Fabrik" als besonders zutreffend: die Wahrscheinlichkeit ist drei- bzw. viermal so hoch wie bei den übrigen Kontexten. Handelt es sich um acht Stück (S.122), so weist "ein paar" die höchste Zustimmungsrates ebenfalls bei "Fabrik" auf; die Häufigkeiten der übrigen Kontexte sind zu vernachlässigen.

Für Proband drei ist "ein paar" bei fünf bis sieben Objekten vor der großen Fabrik die Beschreibung erster Wahl; "ein paar" tritt bei den übrigen Kontexten selten auf. Dieses Gefälle ist auch im Intervall der großen Zahlen gegeben, die Wahrscheinlichkeiten bei "Garage" und "Haus" sind null.

Hörmanns Vorhersage ist also nur für die großen Zahlen erfüllt.

"Einige" und "mehrere" werden von Hörmann nicht in verschiedenen Kontexten untersucht. (1) Proband zwei und drei gleichen sich darin, daß "einige" bei kleinen Zahlen in allen Kontexten etwa gleich häufig ist; es ist bei großen Zahlen allgemein seltener und erreicht im Kontext "Fabrik" die höchste Zustimmungsrates; dieser Unterschied fällt für Proband zwei deutlicher aus als für Proband drei. (2) "Mehrere" ist im Intervall der großen Zahlen häufiger als im Intervall der kleinen, es tritt im Kontext "Fab-

rik" seltener auf, egal ob es sich um große oder kleine Stückzahlen handelt. Die Wahrscheinlichkeiten von "mehrere" stimmen bei beiden Probanden recht gut überein; dividiert man pro Kontext die Wahrscheinlichkeit von "mehrere" bei den kleinen Zahlen durch diejenige bei den großen, so weisen beide Personen im Kontext "Haus" und "Garage" ein Verhältnis von 2:3, im Kontext "Fabrik" eins von 1:3 auf. Die Unterschiede zwischen den Kontexten sind für "mehrere" bei den kleinen Zahlen also größer, dies ist auf die Wechselwirkung von Kontext und Mengenwort zurückzuführen, Interaktionen zwischen Kontext und Zahlbereich oder zwischen Kontext, Mengenwort und Zahlbereich treten nicht auf.

Tabelle (5): (vgl. Text)

Z1 steht für fünf bis sieben, Z2 für acht bis elf Stück.

<u>Proband zwei</u>				<u>Proband drei</u>			
	Garage	Fabrik	Haus		Garage	Fabrik	Hausk
Z1	0.19	0.73	0.26	"ein paar"	0.10	0.67	0.11
Z2	0.03	0.27	0.05		0.00	0.13	0.00
Z1	0.65	0.38	0.66	"mehrere"	0.64	0.28	0.65
Z2	0.93	0.81	0.93		0.94	0.78	0.95
Z1	0.80	0.88	0.81	"einige"	0.86	0.89	0.84
Z2	0.36	0.53	0.38		0.51	0.58	0.47

Proband sechs weist signifikante Haupteffekte der Faktoren Objektklasse (O), Mengenwort (M) und Zahlbereich (Z) auf; die Interaktionen von Mengenwort und Zahlbereich (MZ) sowie von Objektklasse und Mengenwort (OM) sind ebenfalls signifikant. Die Antwortwahrscheinlichkeiten sind durch das Gleichungssystem:

(4) $P_{0mzijk} = f_{0mzijk} / (1 + f_{0mzijk})$ mit $f_{0mzijk} = \exp(\beta_0 + \beta_{0i} + \beta_{m1j} + \beta_{2k} + \beta_{0m1j} + \beta_{m2jk})$ vorherzusagen; außer den Restriktionen aus Gleichung (1) und (2) gilt $\sum_i \beta_{0m1j} = \sum_j \beta_{0m1j} = 0$, $i=1, \dots, 4$, $j=1, 2, 3$. Die Werte sind in Tabelle (6) zusammengestellt.

Hörmann (1983, 32) hat im Fall von "ein paar" eine negative Korrelation zwischen Objektgröße und Median gefunden: "ein paar" sind im Schnitt also wenige große oder viele kleine Objekte. Die Mediane schwanken zwischen ca. 4.3 und 8.3. (1) Somit sollte "ein paar" bei allen Objektarten im Bereich kleiner Zahlen häufiger sein als im Bereich großer. (2) "Ein paar Schränke" sollte bei kleinen Zahlen mehr Zustimmungen aufweisen als "ein paar Ballen", bei großen Zahlen sollte es umgekehrt sein.

Die erste Vorhersage ist erfüllt, die zweite gilt nur im Bereich der großen Zahlen.

"Einige" ist wie "ein paar" bei kleinen Zahlen wahrscheinlicher als bei großen. "Einige Schränke" finden in beiden Zahlbereichen die wenigsten Zustimmungen. "Mehrere" tritt generell eher bei großen Stückzahlen auf, es ist in Verbindung mit "Schränke" seltener als in Verbindung mit einer anderen Objektart. "Ballen" weisen außer bei "mehrere" im Bereich der kleinen Zahlen stets eine Wahrscheinlichkeit nahe eins auf.

Tabelle (6): (vgl. Text)

Z1 steht für fünf bis sieben, Z2 für acht bis elf Stück.

	Schränke	Ballen	Tonnen	Kisten	
Z1	0.44	0.98	0.79	0.82	"ein paar"
Z2	0.02	0.62	0.10	0.12	
Z1	0.53	0.26	0.45	0.56	"mehrere"
Z2	0.94	0.84	0.92	0.95	
Z1	0.74	0.91	0.87	0.83	"einige"
Z2	0.33	0.64	0.56	0.44	

Signifikante Wechselwirkungen und "Sinnkonstanz"

Die Wechselwirkungen von Kontext und Mengenwort bzw. Objektklasse und Mengenwort bedingen kontext- bzw. objektklassenspezifische Unterschiede der Wahrscheinlichkeiten in den Zahlbereichen.

Die Dreifaktorinteraktion von Kontext bzw. Objektklasse, Mengenwort und Zahl ist insignifikant. Ein Mengenwort tritt einerseits mit dem Zahlbereich und andererseits mit dem Kontext in Wechselwirkung, es findet aber keine Interaktion von Kontext und Zahl statt.

Die signifikanten Interaktionen erfüllen nicht die nach Hörmann vorherzusagenden Relationen.

Hörmann (1983, 35) hat zur Sätze mit verschiedenen adverbialen Ortsbestimmungen vorgegeben, die Konstituenten der Nominalphrase - "ein paar Menschen" - jedoch nicht variiert. Die behauptete

Wechselwirkung von Kontext, Objektklasse und Mengenwort ist somit nicht überprüft worden.

Aus der Untersuchung von Nominalphrasen mit systematisch variierten Objektklassen und Mengenwörtern kann Hörmann (1983, 31,32) nur für "ein paar" eine noch signifikante, negative Korrelation von Objektgröße und Median belegen. Offenbar ist also nicht bei jedem Mengenwort mit einer signifikanten Interaktion mit der Objektart zu rechnen.

Unscharfe Quantifikation als Erklärungsansatz

Da die Antworten bei zwei Dritteln der Personen auf die Haupt- und Wechselwirkungseffekte von Mengenwort und Zahl zurückgehen, führt Yagers Ansatz mehrheitlich zu korrekten Vorhersagen.

Die signifikanten Haupteffekte der Objektklasse und die signifikanten Interaktionen von Kontext bzw. Objektklasse mit dem Mengenwort sind jedoch nicht vorherzusagen (S.37f.).

Die Antworten von Proband vier stehen ebenfalls nicht in Einklang mit Yagers Erwartungen: die Urteile sind von der Zahl unabhängig. Also gilt für ein beliebiges Mengenwort Q und eine beliebige Kardinalität r $f_Q(r) = c_Q$, wobei c_Q zwischen null und eins liegt. In Yagers Kalkül ergibt sich ein Haupteffekt des Kontextes, falls die Ortsbestimmung unscharf definiert ist (S.38). Die Kardinalität einer unscharfen Klasse A in der Grundmenge X vom Umfang n , $n < \infty$, ergibt sich durch Summation der Gradienten $f_A(x_i)$ $r_A = \sum_i f_A(x_i)$, $i=1, \dots, n$. Seien A und B unscharfe Mengen auf den

Grundmengen X bzw. Y gleichen Umfangs n , sei $r_A < r_B$. Die Zulässigkeit der Aussagen " QX sind A " und " QY sind B " ist gleich der Zugehörigkeit ihrer Kardinalitäten zur unscharfen Bedeutung von Q . Gilt nun $f_Q(r) = c_Q$ für alle r , so folgt $f_Q(r_A) = f_Q(r_B)$ für beliebige r_A und r_B . Somit hat die unscharfe Ortsbestimmung keinen Effekt. Dies widerspricht den Untersuchungsergebnissen.

Zur formalen Darstellung der Sätze wie "Vor der Fabrik stehen mehrere Kisten" liegt die Interpretation von "Kisten" als Grundmenge und der Wendung "...stehen vor der Fabrik" als unscharfe Prädikation am nächsten (S.39).

Angenommen, es gäbe eine semantisch kongruente Umformung der Sätze in die Form (*) " QX sind (F und K)", wobei X eine Grundmenge bildet, auf der sowohl "Kisten" als auch die Ortsbestimmung als unscharfe Prädikate definiert sind. Dann hängt die Kardinalität r von der Art der Objekte und der Art des Kontextes ab, ergo variiert die Zulässigkeit eines quantifizierten Satzes mit der Kombination von Kontext, Objektart, Mengenwort und Zahl.

Die Vierfaktorinteraktion ist jedoch zu vernachlässigen (S.124).

Ist F (oder K) scharf definiert, also $f_F(x_i) = 1$ ($f_K(x_i) = 1$) für alle $i = 1, \dots, n$, so gilt $r(*) = \sum_i \min(f_K(x_i), 1) = \sum_i f_K(x_i)$, $i = 1, \dots, n$, ($r(*) = \sum_i f_F(x_i)$, $i = 1, \dots, n$) (S.24f.). Die Zulässigkeit $Q(r(*))$ hängt dann von n , dem Mengenwort und entweder dem Kontext F oder der Objektart K ab.

Alle Dreifaktorinteraktionen sind aber insignifikant (S.124).

Sind F und K scharf definiert, so variiert die Zulässigkeit nur mit der Zahl n und dem Mengenwort Q. Signifikante Haupt- und Wechselwirkungseffekte der anderen Faktoren sind auszuklammern.

Eine Umformung (*) führt also zu falschen Vorhersagen und kann außer acht gelassen werden.

Modelltheoretischer Erklärungsansatz

Die modelltheoretisch begründeten Vorhersagen für "einige..." beruhen auf der Definition von Barwise und Cooper: dieser Quantor trifft auf beliebig viele Objekte beliebiger Art zu; er ist nur bei $n=0$ Objekten unzulässig (S.50).

Bei "ein paar..." und "mehrere..." dient der Definitionsvorschlag Westenstahls als Grundlage prüfbarer Vorhersagen: "QX sind Y" ist erfüllt genau dann, wenn die Zahl der Dinge, die sowohl X als auch Y sind, spezifische Kardinalitätsschranken einhalten (S.52).

Die Vorhersagen beruhen ferner auf der Umformung der Sätze wie "Vor dem Haus stehen mehrere Kisten" in die Form "QX sind Y": Keenan und Stavi interpretieren adverbiale Ortsbestimmungen als Klasse der Dinge, die eine explizite Lokalisation aufweisen (S.56). "Vor dem Haus stehen mehrere Kisten" wird mithin als "Mehrere Kisten zählen zu den Dingen, die vor dem Haus stehen" interpretiert. Diese Formulierung ist nicht verfälschend: "Alle Bäume sind Pflanzen" ist ohne weiteres in "Alle Bäume sind Dinge, die Pflanzen sind" überführbar.

Allgemein gilt für beliebige Teilmengen B aus X $B = (B \text{ und } X)$. Sei A eine weitere Teilmenge von X. Modelltheoretisch gilt: ist "QA sind B" erfüllt, so auch "QA sind (X und B)" und umgekehrt. Im Kalkül von Yager ist diese Umformung nicht möglich: zwar folgt aus "QX sind B" ebenfalls "QX sind (B und X)" und umgekehrt; da Q aber nur eine Grundmenge bindet (S.24), ist die zu quantifizierende Teilmenge A als Grundmenge A_x einzuführen.

In der Theorie unscharfer Mengen kann stets der Übergang von unscharfen zu scharfen Mengen vollzogen werden (Zadeh, 1975c,31): sei A eine unscharfe Menge von X und c eine beliebige Zahl zwischen null und eins; die Menge A_c umfasse nun alle x aus X mit $f_A(x) > c$, d.h. A_c umfaßt alle Mitglieder von A, die eine bestimmte minimale Zugehörigkeit c zu A aufweisen. A_c ist eine scharf definierte Menge, da $f_A(x)$ für alle x aus X eindeutig bestimmt ist. Wählt man $c > 0$, so erhält man eine Menge A_c , die alle Mitglieder von A und nur diese einschließt.

Nach diesem Übergang lautet die Aussage allerdings "QA_x sind (A_x und B)": "Viele Kisten sind Kisten, die vor der Fabrik stehen"; man kann mithin die Verbalphrase "...sind B" nicht so erweitern, daß die Klasse A in der Nominalphrase QA mit einer Grundmenge X in Beziehung gesetzt wird, die A und B als echte Teilmengen enthält.

Yagers Kalkül erfüllt zwar die Definitionen der Konservativität, Konstanz und Permutationsinvarianz (S.54f.). Eine Verknüpfung mit der Modelltheorie scheitert jedoch an der Restriktion, daß das Mengenwort stets eine Grundmenge binden muß.

Quantoren für Zahlbereiche

Die modelltheoretisch fundierten Vorhersagen sind überwiegend nicht erfüllt: (1) "einige..." ist selten zahlunabhängig; (2) die erwarteten Wechselwirkungen zwischen Kontext, Objektklasse, Mengenwort und Zahlbereich treten nicht auf; (3) ein Proband urteilt unabhängig vom Zahlbereich.

Daraus folgt: (1) Kardinalitätsschranken im Sinne Westenstahls sind nicht von allen Faktoren abhängig; (2) für "einige" ist ein enger Bereich zulässiger Objektzahlen nicht auszuschließen.

Man betrachte nun folgende Wahrheitsbedingungen; ein Satz

- (1) "QX sind Y" sei wahr genau dann, wenn $\text{Card}(X \text{ und } Y) \geq n_Q$ ist;
- (2) "PX sind Y" sei wahr genau dann, wenn $\text{Card}(X \text{ und } Y) \leq n_P$ ist;
- (3) "RX sind Y" sei wahr genau dann, wenn $l_R \leq \text{Card}(X \text{ und } Y) \leq m_R$ ist.

Der Quantor QX sei also erfüllt, falls er sich auf mindestens n_Q Objekte mit den Eigenschaften X und Y bezieht, PX sei zulässig, wenn es höchstens n_P solcher Dinge gibt, RX sei zutreffend, falls l_R bis m_R Stück vorliegen.

Die drei Ungleichungen sind leicht auf eine einheitliche Form zurückzuführen. Jede ist einer Disjunktion von Gleichungen $\text{Card}(X \text{ und } Y) = k$ mit spezifischen Wertebereichen (1) $k \geq n_Q$, (2) $k \leq n_P$ und (3) $l_R \leq k \leq m_R$, $k=1, \dots, n$, $n < \infty$, äquivalent. Ist z.B. $n_P=4$, so ist "PX sind Y" gleich der Verknüpfung "'Ein...' oder 'Zwei...' oder 'Drei...' oder 'Vier X sind Y'" (Hamm, 1986, 204ff., Keenan und Stavi, 1986, 253ff., 267, 303ff.).

Zu zeigen ist: (1) der Quantor kX , $k=1, \dots, n, n < \infty$, ist konservativ (S.43) und (2) eine "oder"-Verknüpfung konservativer Quantoren ist konservativ (Hamm, 1986, 206-208, Keenan und Satvi, 1986, 268).

(1) Sei also $f_k(X)$ die Menge aller Mengen B mit $\text{Card}(X \text{ und } B) = k$, $k=1, \dots, n, n < \infty$. Nun gilt für beliebige X und B : $(X \text{ und } B) = (X \text{ und } (X \text{ und } B))$, also folgt $\text{Card}(X \text{ und } B) = \text{Card}(X \text{ und } (X \text{ und } B))$. Ist also B in $f_k(X)$ enthalten, so auch $(B \text{ und } X)$ und vice versa: $f_k(X)$, $k=1, \dots, n, n < \infty$, ist konservativ.

(2) Seien $g(X)$ und $h(X)$ zwei konservative Quantoren: ist also B in $g(X)$ ($h(X)$), so ist auch $(B \text{ und } X)$ in $g(X)$ ($h(X)$) enthalten, und vice versa.

(2.1) Liegen B und $(B \text{ und } X)$ in $g(X)$, so sind sowohl B als auch $(B \text{ und } X)$ in $(g(X) \text{ oder } h(X))$ enthalten, da diese Disjunktion eine Obermenge von $g(X)$ ist; sie enthält alle Elemente von $g(X)$.

(2.2) Sei nun C in $(g(X) \text{ oder } h(X))$ enthalten, dann folgt: C liegt in $g(X)$ oder C liegt in $h(X)$. Sei C in $h(X)$; $h(X)$ ist konservativ, also ist $(C \text{ und } X)$ in $h(X)$ und somit in $(h(X) \text{ oder } g(X))$ enthalten und vice versa.

Die Disjunktion zweier konservativer Quantoren ist also konservativ. Die Verallgemeinerung auf n konservative Quantoren erfolgt mittels vollständiger Induktion nach n . Der Beweis gleicht demjenigen für $g(X)$ und $h(X)$: man setze statt $h(X)$ eine "oder"-Verknüpfung von n konservativen Quantoren $g_i(X)$, $i=1, \dots, n$, und statt $g(X)$ $g_{n+1}(X)$.

Somit ist gezeigt, daß die Ungleichungen $\text{Card}(X \text{ und } Y) \geq n_0$, $\text{Card}(X \text{ und } Y) \leq n_1$ und $l_k \leq \text{Card}(X \text{ und } Y) \leq m_k$ zur Definition konservativer Quantoren geeignet sind. Diese Quantoren sind auch konstant: $\text{Card}(X \text{ und } Y)$ bleibt bei einer Erweiterung der Grundmenge E auf F unverändert, da X und Y laut Voraussetzung vollständig in E liegen. Sie sind auch permutationsinvariant, da die Kardinalität der Schnittmenge $(X \text{ und } Y)$ nicht von der Aufzählung ihrer Elemente abhängt (S. 54,55).

Die Wahrheitsbedingungen (1) bis (3) sind für beliebige Objektarten und Ortsbestimmungen invariant, da die Wahrheit oder Falschheit der Aussage nur von der Zahl der Objekte vor einem Gebäude abhängt.

Die Unabhängigkeit der Urteile vom den Zahlen ist gegeben, falls alle Mengenwörter auf alle Zahlen des untersuchten Bereichs zutreffen.

Anwendung auf die Untersuchungsergebnisse

Für die Profile der zweistufigen Auswertung (Abbildung (1)) setze man folgende Zahlschranken an:

Proband	"ein paar"	"einige"	"mehrere"
1	$n \leq 5$	$n \geq 10$	$6 \leq n \leq 10$
5	$n < 5$	$5 \leq n \leq 9$	$n \geq 10$
7	$n \leq 8$	$5 < n \leq 11$	$n \geq 7$
8	$n \leq 5$	$6 \leq n \leq 8$	$n \geq 9$
9	$n \leq 5$	$n > 6$	$n \geq 10$
11	$n \leq 5$	$6 \leq n \leq 8$ und $n = 11$	$n > 9$.

Da die Wahrscheinlichkeiten der einstufigen Auswertung recht gut aus der zweistufigen vorherzusagen sind, darf die Zuordnung auch auf die einstufige Auswertung übertragen werden.

Nach dieser Aufteilung stützt die Mehrheit der Probanden ihre Urteile auf die Steigerungsreihe 1. "ein paar", 2. "einige" und 3. "mehrere", bei Proband eins ist die Reihenfolge von "einige" und "mehrere" vertauscht. Bis auf Proband fünf fassen alle Personen fünf Stück unter "ein paar"; außer bei Proband eins fallen sechs und sieben Objekte unter "einige" und zehn bzw. elf unter "mehrere". Intraindividuell besteht also eine hohe Übereinstimmung darüber, welche Mengenwörter auf kleinere, mittlere bzw. größere Stückzahlen zutreffen. Ferner gibt es eine oder zwei Zahlen, die von fast allen Personen fast sicher nur unter eines der Mengenwörter gefaßt werden.

Die Aufteilung führt zu drei Quellen interindividueller Unterschiede: (1) die Abfolge von "einige" und "mehrere" in der Steigerungsreihe ist interindividuell nicht konstant; (2) die Bereiche der pro Mengenwort zulässigen Zahlen enthalten außer dem für fast alle Personen gleichen "Kern" - wie z.B. sechs und sieben bei "einige" - Zahlen, die von verschiedenen Personen entweder

unter verschiedene Mengenwörter oder unter die gleichen mit verschiedenen Wahrsscheinlichkeiten gefaßt werden; (3) die Bereiche zweier Mengenwörter können intraindividuell disjunkt sein, müssen es aber nicht.

Erweiterungen

Die Erklärung der Beurteilungen mit modelltheoretisch fundierten Quantoren für Zahlbereiche ist offenbar zu restriktiv: die Urteilswahrscheinlichkeiten sollten innerhalb der angesetzten Zahlbereiche stets nahe eins und sonst nahe null liegen. Diese Forderung ist nicht erfüllt (s. Abbildung (1)).

(1) Statt der im Experiment geforderten binären Entscheidung, ob ein Mengenwort bei einer Zahl "zutreffend" oder "nicht zutreffend" ist, eröffnet wohl eine Folge gestufter Urteilsalternativen eine bessere Beschreibung des Gebrauchs von Mengenwörtern: neben dem "Kern" der "zulässigen" Zahlen umfaßt jedes Mengenwort auch Zahlen, auf die es "noch..." oder "gerade noch anwendbar" ist. Formal ist die zweiwertige Logik der modelltheoretischen Quantoren also zu einer mehrwertigen zu verallgemeinern. Die im Experiment geforderte Zwangswahl zwischen einer der beiden Alternativen "zutreffend" und "nicht zutreffend" muß bei einigen Zahlen zu Urteilsunsicherheit führen, wenn "eigentlich" das Urteil "noch..." oder "gerade noch zutreffend" passend ist.

(2) Proband vier urteilt unabhängig vom Zahlbereich. Fordert man, daß dann alle Zahlen mit allen Mengenwörtern gleich gut verträglich sind, so ist eine Interaktion zwischen Zahl und

Mengenwort auszuschließen; die modelltheoretische Semantik sieht keine Abstufungen in der Zulässigkeit vor: treffen also alle Mengenwörter auf alle Zahlen zu, so unterscheiden sich die Wörter auch untereinander nicht hinsichtlich ihrer Zulässigkeit, also ist ein Haupteffekt des Mengenwortes auszuschließen.

Sätze, die sich nur im Mengenwort voneinander unterscheiden, sind jedoch unterschiedlich häufig "zutreffend": ein Haupteffekt des Mengenwortes ist also als Unterschied in der Anwendbarkeit oder Gebräuchlichkeit von "ein paar", "einige" oder "mehrere" zu betrachten.

Sätze mit beliebigen Kontexten und Objektklassen außer "Schränke" werden etwa gleich oft als stimmige Beschreibungen beurteilt. Für "Schränke" gilt, daß die Häufigkeit im Kontext "Fabrik" bei "ein paar" und "einige" fast doppelt so hoch ausfällt wie im Kontext "Haus" oder "Garage". Dieses Gefälle ist für "mehrere" nicht so extrem. Unterschiede zwischen den Häufigkeiten der Objektklassen sind bei Sätzen, die "mehrere" und "Fabrik" enthalten, zu vernachlässigen.

Eine plausible Deutung könnte darin bestehen, daß vor einem Haus oder einer Garage selbst bei einem Umzug eher selten fünf bis elf Schränke aufgestellt sind, während dies vor einer Möbelfabrik ein alltäglicher Anblick sein dürfte. Da die Zustimmungsraten der Sätze, in denen die Objektarten mit "Fabrik" verknüpft sind, durchweg am höchsten ausfallen, hat Proband vier offenbar alle Objektarten eher als Gegenstände fabrikmäßiger Produktion betrachtet.

(3) Das Mengenwort tritt einerseits mit dem Kontext bzw. der

Objektklasse, andererseits mit dem Zahlbereich in Wechselwirkung. Die Wechselwirkung aller drei Faktoren bleibt insignifikant. Daher sind keine für die jeweilige Verknüpfung von Kontext bzw. Objektklasse und Mengenwort spezifischen Kardinalitätsschranken einzuführen.

Den Mengenwörtern sind Bereiche zulässiger Zahlen zuzuordnen, wie sie in modelltheoretisch fundierten Quantoren für Zahlbereiche vorgeschlagen sind. Die Beurteilung ist aber nur unter Berücksichtigung eines weiteren, die Verknüpfung von Kontext bzw. Objektklasse und Mengenwort betreffenden Faktors erschöpfend zu beschreiben.

Offenbar genießt "mehrere" bei Proband zwei und drei in seiner Bedeutung einen schwachen Bezug zu "Fabrik". "Ein paar" kommt dagegen nur im Kontext "Fabrik" zum Tragen. Die einzelnen Mengenwörter sind in verschiedenen Kontexten unterschiedlich gut anwendbar.

Proband sechs verwendet "ein paar" und "einige" eher zur Beschreibung einer Mehrzahl kleiner Objekte wie "Ballen", beide Mengenwörter sind in Verbindung mit größeren Objekten wie "Schränke", "Kisten" und "Tonnen" eher unangebracht. "Mehrere" hingegen ist bei den kleinen "Ballen" weniger gebräuchlich als bei den großen "Schränken".

Eine Aufteilung der Zahlen auf die Mengenwörter kann für Proband zwei, drei und sechs leider nicht versucht werden, da die Ergebnisse der einstufigen Auswertung auf einer Zusammenfassung der Zahlen zu zwei Intervallen basieren.

Folgerungen und Ausblick

Das Verstehen quantifizierter Sätze wird von Hörmann auf einen Zählprozeß zurückgeführt: die Verknüpfung der adverbialen Ortsbestimmung, der quantifizierten Objektklasse und des Mengenwortes legt ein jeweils spezifisches Kriterium für die Anzahl der im Satz genannten Objekte fest, die man - in der Vorstellung - vor dem Gebäude aufreihen kann. Und da sich vor einem großen Gebäude mehr Dinge unterbringen lassen als vor einem kleinen bzw. mehr kleine als große Objekte vor einem Gebäude Platz finden, bezeichnen nach Hörmann "ein paar", "einige" und "mehrere" im Schnitt um so größere Stückzahlen, je größer das Gebäude und je kleiner die Objekte sind.

Hörmann behauptet, daß Wortbedeutungen plastisch sind. Wortbedeutungen werden erst durch den Satzkontext festgelegt; die Stimmigkeit des Satzes ist Ergebnis der Wechselwirkung der einzelnen Wörter untereinander und mit dem außersprachlichen Bezug der Äußerung (S. 13-16).

Diese Überlegung Hörmanns ist intuitiv einleuchtend, ihre theoretische Begründung dagegen unzureichend.

(1) Die Aussage, das Verstehen eines quantifizierten Satzes beruhe auf einem Zählprozeß, bildet nur eine im Wortlaut veränderte Wiederholung der Behauptung, daß die in Zahlen ausgedrückte Bedeutung eines Mengenwortes mit dem Satzkontext schwankt. Als nächstliegende Begründung dieser kontextbedingten Variation kommt offenbar die Größenrelation zwischen den Objekten und den Gebäu-

den in Frage: der Raum vor einem großen Gebäude faßt eben mehr Dinge als der vor einem kleinen bzw. er vermag mehr kleine als große Objekte aufzunehmen.

Die Zahl der zulässigen Objekte ergibt sich also aus einer Relation zwischen Größenordnungen; Zählprozesse mit spezifischen Abbruchkriterien sind mithin nicht die letzte Erklärungsinstanz für die systematischen Änderungen der Mengenausdrücke in Abhängigkeit vom Satzkontext. Mit der Größenrelation ist aber auch nicht das letzte Wort gesprochen: vermutlich gibt es Fälle wie etwa "Kekse" und "Haus", bei denen das Größenverhältnis für die Zulässigkeit eines Mengenausdrucks keine Rolle spielt.

Ohne die Zusatzannahme eines Größenvergleichs ist beim aktuellen Stand von Hörmanns Überlegungen nicht einzusehen, warum das Abzählen bei unterschiedlichen Objekten und Gebäuden (S.1) zu unterschiedlichen Ergebnissen führen soll. Hält man die Behauptung aufrecht, daß Mengenausdrücke ein Spektrum zulässiger Zahlen umfassen, so sind ohne die Annahme einer Größenrelation gleichmächtige Mengen beliebiger Objekte gleichermaßen zulässig.

(2) Das Prinzip der Sinnkonstanz (S.14) gilt offenbar als nicht weiter erklärungsbedürftig. Als Konstanzleistung bezeichnet man bekanntlich die Invarianz eines Erlebnisinhaltes bei Änderungen der Darbietungsbedingungen des zugrundeliegenden Reizes. Im Vergleich etwa zur Größen- oder Farbkonstanz ist "Sinnkonstanz" jedoch nicht durch das unmittelbare Erleben eines gleichbleibenden Eindrucks demonstrierbar. Es bleibt offen, worin die Konstanzleistung des Satzverstehens nun genau besteht. Denn das Ziel einer in sich sinnvollen und stimmigen Interpretation (S.14) wird

gewiß von jeder Theorie der Satzbedeutung aufgestellt, es ist somit zu allgemein gehalten.

Hörmann laviert sichtlich zwischen der Auffassung, daß erst der Satzkontext die Bedeutung des Einzelwortes begründet, und der Auffassung, daß Wörter die Interpretation des Satzes "begrenzen" und für das Verstehen wegweisend (S.13) sind. Da die Satzbedeutung nicht aus den Bedeutungen der Wörter "abgeleitet" sein soll (S.14), bleibt die Erstellung einer "semantischen Beschreibung" (S.1,14) in ihrer Abhängigkeit von den einzelnen Wortbedeutungen und deren syntaktischer Verklammerung im Satz unerörtert.

(4) Hörmann verwirft jede Reduktion des Satzverstehens auf das Zusammenspiel einzelner Wortbedeutungen nach festen Regeln. Zur Vorhersage der Zulässigkeit eines quantifizierten Satzes sind also die Haupteffekte des adverbialen Kontextes, der Objektart, des Mengenwortes und der Objektzahl nicht ausreichend, es ist vielmehr allen Wechselwirkungen zwischen diesen Faktoren Rechnung zu tragen.

(5) Die Hauptstütze von Hörmanns Überlegungen besteht letztlich in den Befunden seiner Experimente.

Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchung belegen:

(1) Die Mehrheit der Probanden urteilt unabhängig von Kontext und Objektklasse, die Urteile sind allein aus dem Zusammenwirken des Mengenwortes und der Anzahl der Dinge in der quantifizierten Objektmenge vorherzusagen.

(2) Weitere signifikante Wechselwirkungen treten nur vereinzelt auf. Zwar interagiert der adverbiale Kontext oder die Objektklasse mit dem Mengenwort, es findet jedoch keine Interaktion von Kontext oder Objektklasse mit dem Zahlbereich statt, d.h. Kontext oder Objektklasse restringieren nicht die Zahl der Objekte, bei denen der quantifizierte Satz "zulässig" ist. Die auftretenden Interaktionen beschränken vielmehr unabhängig von der Zahl der Dinge die Anwendbarkeit oder die Gebräuchlichkeit eines Mengenwortes in bestimmten Kontexten oder bei bestimmten Objektarten.

(3) Die Ergebnisse sind aus der getrennten Auswertung der Daten jedes einzelnen Probanden gewonnen worden. Vermischt man intra- und interindividuelle Unterschiede durch Summation der Daten aller Personen, so treten alle nach Hörmann zu erwartenden Interaktionen auf.

Offensichtlich beruhen Hörmanns Schlußfolgerungen auf einem Artefakt der Datenauswertung in den von ihm durchgeführten Experimenten.

Hörmanns Überlegungen wurden mit wichtigen theoretischen Ergebnissen der unscharfen Quantifikation nach Yager und der modelltheoretisch begründeten Semantik sprachlicher Quantifikation im Anschluß an Barwise und Cooper kontrastiert.

Die Theorie unscharfer Quantifikation kann außer acht bleiben, da sie weder die Interaktion von Kontext und Mengenwort noch die Effekte der Objektklasse erklären kann (S.37-39).

Die Ergebnisse sind modelltheoretisch am besten erklärbar: unter Beschränkung auf endliche Modellgrundmengen zeigt Westenstahl, daß der Wahrheitswert einer quantifizierten Aussage durch eine spezifische Schranke für die Zahl der Objekte in der quantifizierten Menge bestimmt ist.

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Untersuchung sind den einzelnen Mengenwörtern Bereiche von Zahlen zuzuordnen, auf die diese Mengenwörter zutreffen. Diese Bereiche sind von Objektart und Ortsbestimmung unabhängig. Westenstahls Ansatz ist also im Prinzip auf die vorgelegten Ergebnisse anwendbar, vermag jedoch nicht die von Zahlschranken unabhängigen Unterschiede in der Beurteilung eines Satzes mit gleichem Mengenwort aber unterschiedlichen adverbialen Kontexten oder Objektarten vorherzusagen.

Pro Mengenwort gibt es eine, zwei oder drei Zahlen, die bei einer Mehrheit der Probanden fast sicher diesem Mengenwort zugeordnet werden. Ferner gibt es in der Regel Zahlen, die mit einem bestimmten Mengenwort so gut wie nie bezeichnet werden. Nach Westenstahl ist der Wechsel zwischen "zulässigen" und "nicht zulässigen" Zahlen durch eine Sprungfunktion vorherzusagen. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, daß die Einordnung der Zahlen unter die Mengenwörter mit Wahrscheinlichkeiten nahe null oder nahe eins nicht erschöpfend zu beschreiben ist. Der Wechsel zwischen "zulässig" und "nicht zulässig" erfolgt in der Regel im Übergang zwischen zwei oder drei unmittelbar aufeinanderfolgenden Zahlen. Eine abgetufte Beurteilung mit einer Erweiterung der Urteilsalternativen um "noch zulässig" erlaubt vermutlich eine genauere Vorhersage der Zuordnung von Zahlen und Mengenwörtern.

Die durchgeführte Untersuchung hat gezeigt, daß das Zusammenwirken der einzelnen Faktoren beim Verstehen und Beurteilen quantifizierter Sätze wesentlich einfacher darstellbar ist als nach Hörmann zu erwarten steht:

(1) Die Wechselwirkung von Zahl und Mengenwort ist für die Beurteilung, ob ein quantifizierter Satz eine gültige Beschreibung eines Sachverhalts bildet, grundlegend.

(2) Unterschiede in der Beurteilung können zusätzlich von der Bewertung abhängig sein, ob ein Mengenwort bei den jeweils vorgegebenen Objektarten oder Ortsbestimmungen zur Quantifizierung überhaupt oder eher nicht in Frage kommt. So sind einzelne Mengenwörter eher auf kleine Objekte anwendbar (S. 153, 165). Das ist etwa für "eine Handvoll" plausibel: falls der Sprecher diese Wendung wörtlich nimmt, so ist die Verknüpfung "eine Handvoll Körner" zulässig, "eine Handvoll Besucher" dagegen nicht. Ferner sind einzelne Mengenwörter bei einigen Ortsbestimmungen wahrscheinlicher als bei anderen (S. 152, 165). So dürfte "'zigtausend Kisten" im Kontext "vor der Fabrik" eher naheliegend sein als etwa "vor der Garage", da die Nominalphrase bereits an eine Massengüterproduktion denken läßt.

Die Ergebnisse der Untersuchung sollten nicht über den Bereich quantifizierter Sätze hinaus generalisiert werden. Daß Umfang und Inhalt der Bedeutung des gleichen Wortes mit dem umgebenden Satzkontext Änderungen erfahren, hat z.B. Marx (1977, 1983) belegt. Er zeigt, daß das Assoziationsgefüge des gleichen Wortes in unterschiedlichen Sätzen unterschiedlich ausfällt: sofern die

Assoziationen Indikatoren für Wortbedeutungen sind, wird die aktualisierte Bedeutung eines einzelnen Wortes im Satz von der Bedeutung der umgebenden Wörter mitbestimmt.

Hörmann hat in seinen Aufgaben einen direkten Bezug zwischen dem quantifizierten Satz und einer konkreten Anzahl von Dingen hergestellt. Nun liegt es in der Definition der Zahl begründet, daß von der Art der gezählten Dinge abstrahiert wird. Womöglich geht es also auf den direkten und offenkundigen Bezug zwischen Mengenvörtern und Zahlen zurück, daß eine wechselseitige Anpassung der Wortbedeutungen im Satz sowie die Interaktion von Satzbedeutung und außersprachlichem Bezug keinen meßbaren Effekt zeitigt.

Zusammenfassung

(1) Hörmann behauptet, daß Wörter keine feststehenden Bedeutungen haben. Bedeutungen sind vielmehr aus der Wechselwirkung der Wörter im Satz abgeleitet.

(2) Die Bedeutung eines Mengenwortes wie "ein paar" ist durch die Zahlen operationalisiert, die im Urteil der Probanden mit diesem Mengenwort bezeichnet werden können. Das Verstehen quantifizierter Sätze wie "Vor der Hütte stehen ein paar Menschen" beinhaltet eine systematische Änderung der Bedeutung des Mengenwortes in Abhängigkeit von der adverbialen Ortsbestimmung und der quantifizierten Objektklasse.

(3) Hörmann gibt quantifizierte Sätze mit einer Liste von Zahlen vor. Pro Zahl n ist zu entscheiden, ob der Satz eine stimmige Beschreibung bildet, wenn man sich vorstellt, er bezieht sich auf n Dinge der genannten Art vor dem genannten Gebäude. Der Median der pro Satz "zulässigen" Zahlen ist aus der Wechselwirkung von Adverbiale, Objektklasse und Mengenwort vorherzusagen.

(4) Hörmann vermischt intra- und interindividuelle Unterschiede. die Effekte der Ortsbestimmung und der Objektart auf die Mengenwörter werden statistisch nur unzureichend abgesichert, und die verschiedenen unabhängigen Variablen werden niemals gleichzeitig innerhalb eines Experiments systematisch variiert. Die behaupteten Effekte sind mithin empirisch kaum belegt.

(5) Das Ziel der Untersuchung besteht in der Prüfung, welche

Faktoren und welche ihrer Interaktionen einen signifikanten Effekt auf die Beurteilung quantifizierter Sätze aufweisen. Aus den Ortsbestimmungen "Vor der Garage", "Vor der Fabrik" und "Vor dem Haus", den Objektklassen "Schränke", "Ballen", "Kisten" und "Tonnen" sowie den Mengenwörtern "ein paar", "einige" und "mehrere" werden alle 36 möglichen Sätze wie "Vor der Fabrik stehen mehrere Kisten" gebildet. Die Sätze werden mit jeder Zahl n zwischen fünf und elf, bei "ein paar" zwischen fünf und acht kombiniert. Die Sätze werden entweder mit einer dieser Zahlen oder als Legende eines schematisierten Bildes der n im Satz genannten Dinge vor dem genannten Gebäude vorgegeben. Es ist zu beurteilen, ob der Satz eine zutreffende Beschreibung für die genannte Zahl der Objekte vor dem Gebäude bzw. für das vorgelegte Bild ergibt.

(6) In einer Replikation der Hörmann'schen Studie werden die 36 Sätze mit Zahlenlisten vorgegeben und wie bei Hörmann ausgewertet. Die Ergebnisse entsprechen Hörmanns Erwartungen.

(7) In der Hauptuntersuchung wird jede einzelne Aufgabe von jedem von elf Probanden in getrennten Durchgängen mehrmals bearbeitet. Pro Aufgabe wird die relative Häufigkeit bestimmt, mit der die Person den Satz als zutreffende Beschreibung beurteilt.

(8) Die Werte der Funktion $\ln(p_i/(1-p_i))$ (p_i , $i=1, \dots, s$, ist die Urteilswahrscheinlichkeit in der i -ten Versuchsplanzelle) werden durch ein lineares Gleichungssystem vorhergesagt, dessen Parameter alle Haupt- und Wechselwirkungseffekte der Faktoren repräsentieren. Eine kategoriale Regression dient zur Schätzung der Parameterwerte aus den Antworthäufigkeiten. Durch Weglassen der

Haupt- und Wechselwirkungseffekte einzelner Faktoren und der Vorhersage der Antworthäufigkeiten mit den verbleibenden Parameterwerten wird geprüft, welche Effekte zu vernachlässigen sind, ohne die Vorhersage signifikant zu verschlechtern.

(9) Bei der Auswertung werden zum einen die Antworthäufigkeiten aller Probanden aufsummiert und somit intra- und interindividuelle Unterschiede vermengt. Die Ergebnisse entsprechen Hörmanns Erwartungen. Ob ein Mengenwort im vorgegebenen Satz auf eine bestimmte Zahl "zutrifft", ist von der Interaktion des Mengenwortes mit der Ortsbestimmung, der Objektklasse, deren Umfang und der Art der Darbietung der Zahlinformation abhängig.

(10) Die Auswertung der individuellen Datensätze zeigt: sieben Personen urteilen unabhängig von Ortsbestimmung und Objektart, ihre Antworten sind aus dem interaktiven Zusammenwirken von Mengenwort und Objektzahl vorherzusagen. Bei einem Probanden treten nur Haupteffekte von Ortsbestimmung, Objektart und Mengenwort auf, die Urteile sind zahlunabhängig. Bei drei Probanden treten neben Haupteffekten und Interaktion von Mengenwort und Objektzahl signifikante Haupteffekte der Ortsbestimmung bzw. der Objektart und signifikante Interaktionen der Ortsbestimmung bzw. der Objektart mit dem Mengenwort auf. Errechnet man wie Hörmann für jeden Satz den Median der "zutreffenden" Anzahlen, so findet man bei allen Probanden signifikante Haupteffekte des Mengenwortes, bei vier Personen Haupteffekte der Ortsbestimmung, bei zweien Haupteffekte der Objektart. Signifikante Interaktionen treten nie auf. Die Daten werden über die Vorgabearten summiert, da diese hinsichtlich der übrigen Effekte vergleichbar sind.

(11) Die individuellen Ergebnisse sind kein Beleg für Hörmanns Behauptung, daß die "zulässige" Zahl von Objekten mit der spezifischen Verknüpfung von adverbialer Ortsbestimmung, Objektart und Mengenwort variiert. Hörmanns Schlußfolgerungen beruhen auf einem Artefakt seiner Auswertung, in der inter- und intraindividuelle Unterschiede vermischt sind.

(12) Hörmanns Überlegungen werden mit formallogisch-sprachwissenschaftlichen Theorien zur sprachlichen Quantifikation kontrastiert. (12.1) Die unscharfe Quantifikation nach Yager ist zur Vorhersage der Ergebnisse ungeeignet. (12.2) Die modelltheoretisch begründete Semantik sprachlicher Quantifikation nach Barwise und Cooper schließt die Definition von Quantoren für Zahlbereiche ein: pro Mengenwort wird ein Intervall "zulässiger" Zahlen angesetzt. Diese Definition wird zur Erklärung der Untersuchungsergebnisse herangezogen.

Literaturverzeichnis

Barwise, J., Cooper, R.: Generalized Quantifiers and Natural Language, Linguistics and Philosophy 4, 1981, 159-219

van Benthem, J.: Questions about Quantifiers, Journal of Symbolic Logic 49, 1984, 443-466

van Benthem, J., Doets, K.: Higher-order Logic
in: Gabbay, D., Guenther, F. (Eds.): Handbook of Philosophical Logic I, Dordrecht: Reidel 1983, 275-329

van Benthem, J., ter Meulen, A. (Eds.): Generalized Quantifiers in Natural Language, Dordrecht: Foris Publications 1985

Bhapkar, V.P.: A Note on the Equivalence of Two Test Criteria for Hypotheses in Categorical Data, Journal of the American Statistical Association 61, 1966, 228-235

Bortz, J.: Lehrbuch der Statistik, Berlin: Springer 1977

Bredenkamp, J.: Der Signifikanztest in der psychologischen Forschung, Frankfurt: Akademische Verlagsgesellschaft 1972

Gardenfors, P. (Ed.): Generalized Quantifiers, Dordrecht: Reidel
1987

Gart, J.J., Zweifel, J.R.: On the bias of various estimators of the
logit and its variance with application to quantal
bioassay, Biometrika 54, 1967, 181-187

Grizzle, J.E., Starmer, C.F., Koch, G.O.: Analysis of Categorical
Data by Linear Models, Biometrics 25, 1969, 489-504

Hamerle, A.: Latent-Trait-Modelle, Weinheim: Beltz 1982

Hamerle, A., Kemeny, P., Tutz, G.: Kategoriale Regression
in: Fahrmeier, L., Hamerle, A. (Eds.): Multivariate
Statistische Verfahren, Berlin: de Gruyter 1984,
211-256

Hamerle, A., Tutz, G.: Zusammenhangsanalysen in mehrdimensionalen
Kontingenztabellen - Das loglineare Modell
in: Fahrmeier, L., Hamerle, A. (Eds.): Multivariate
Statistische Verfahren, Berlin: de Gruyter 1984,
473-574

Hamm, F.: Generalisierte Quantoren und semantische Prinzipien-
systeme, Linguistische Berichte 103, 1986, 201-223

Henze, E.: Einführung in die Maßtheorie, Mannheim:
Bibliographisches Institut 1971

- Hisdal,E.: Infinite-Valued Logic Based on Two-Valued Logic and Probability. Part 1.1. Difficulties with Present-Day Fuzzy-Set Theory and their Resolution in the TEEE Model, International Journal of Man-Machine Studies 25, 1986, 89-111
- Hörmann,H.: Meinen und Verstehen, Frankfurt: Suhrkamp 1978
- Hörmann,H.: Was tun die Wörter miteinander im Satz? oder Wieviele sind einige, mehrere und ein paar?,Göttingen: Hogrefe 1983
- Keenan,E.,Stavi,J.: A Semantic Characterization of Natural Language Determiners, Linguistics and Philosophy 9, 1986, 253-326.
- Kendall,M.G.,Stuart,A.: The Advanced Theory of Statistics II, 2. ed., London: Griffin 1961
- Marx,W.: Die Kontextabhängigkeit der Assoziativen Bedeutung, Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie 24, 1977, 455-462
- Marx,W.: The Meaning-Confining Function of the Adjective in: Rickheit,G.,Bock,M. (Eds.): Psycholinguistic Studies in Language Processing, Berlin: de Gruyter 1983, 70-81
- von Querenburg,B.: Mengentheoretische Topologie, Berlin u.a.: Springer 1979

- Rao,C.R.:Lineare statistische Methoden und ihre Anwendungen,
Berlin: Akademie Verlag 1973
- Selg,H.: Einführung in die experimentelle Psychologie, 3.Auflage,
Stuttgart: Kohlhammer 1975
- Westenstahl,D.: Some Results on Quantifiers, Notre Dame Journal
of Formal Logic 25, 1984, 152-170
- Westenstahl,D.: Logical Constants in Quantifier Languages, .
Linguistics and Philosophy 8, 1985, 387-416
- Wilhelm von Ockham: Summe der Logik, Hamburg: Meiner 1984
- Winer,B.J.: Statistical Principles in Experimental Design, 2. ed.
New York: McGraw-Hill 1971
- Witte,W.: Experimentelle Untersuchungen von Bezugssystemen,
Psychologische Beiträge 4, 1960, 218-252
- Yager,R.R.: Quantified Propositions in a Linguistic Logic,
International Journal of Man-Machine Studies 19,
1983, 195-227
- Zadeh,L.A.: Fuzzy Sets, Information and Control 8, 1965,338-353
- Zadeh,L.A.: The Concept of a Linguistic Variable and its Appli-
cation to Approximate Reasoning I, Information
Sciences 8, 1975(a), 199-249

Zadeh, L.A.: The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning II, Information Sciences 8, 1975(b), 301-357

Zadeh, L.A.: Calculus of Fuzzy Restrictions
in: Zadeh, L.A. et al.: Fuzzy Sets and Their Application in Cognitive and Decision Processes, New York: Academic Press 1975(c), 1-39

Zadeh, L.A.: PRUF - A Meaning Representation Language for Natural Languages, International Journal of Man-Machine Studies 10, 1978, 395-460

Zimmer, A.: Eine Formalisierung mnestisch stabilisierter Bezugssysteme auf der Grundlage von Toleranzmengen
in: Thomas, A., Brackhane, R. (Eds.): Wahrnehmen, Urteilen, Handeln, Bern: Huber 1980

Zimmer, A.: Some Experiments Concerning the Fuzzy Meaning of Logical Quantifiers
in: Troncale, L. (Ed.): Systems Science and Science, Washington(D.C.): Society for General Systems Research 1982, 435-441

Zimmer, A.: Schemata in Everyday Reasoning, Gestalt Theory 7, 1985, 155-169

Anhang (1)

Schätzwerte der Parameter des logit-linearen Gleichungssystems bei Zusammenfassung der Daten über alle Probanden.

Aufbau der Tabelle:

Gesamtmittel: B(0)

Haupteffekte: Vorgabeart mit den Stufen B: Bildbedingung
Z: Zahl"

Kontext " " " G: Garage
F: Fabrik
H: Haus

Objektklasse " " " S: Schränke
B: Ballen
T: Tonnen
K: Kisten

Mengenwort " " " EP: ein paar
(M-Wort) M: mehrere
E: einige

Objektzahl " " " Z1: 5 Stück
Z2: 6 "
Z3: 7 "
(...)
Z7: 11 "

Interaktionseffekte: nur die linear unabhängigen Parameter werden berichtet;
leere Zellen gehen auf strukturelle Nullen zurück;
die jeweilige Kombination von zwei oder mehr Faktoren wird durch "Vorgabe Kontext",
"Kontext Objekt Zahl" usf. bezeichnet.

Beispiele: der Parameterschätzwert für "Ballen" beträgt 0.2432;
die linear unabhängigen Schätzwerte der Interaktion von Vorgabeart und Mengenwort betragen für die Faktorstufenkombination "Zahlbedingung", "ein paar" (-0.1082) für "Zahlbedingung", "mehrere" 0.1824.

B(0) 0.3147

Vorgabe Z B
0.0146-0.0146

Kontext G F H
-0.0941 0.2327-0.1386

Objekt S B T K
-0.2782 0.2432-0.0146 0.0495

M-Wort EP M E
-0.2229 0.1565 0.0665

Zahl Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6 Z7
-0.0353-0.0249-0.1050-0.1842 0.0019 0.3403 0.0073

Vorgabe Kontext G F
Z 0.0269-0.0015

Vorgabe Objekt S H T
Z-0.2001 0.0952 0.1994

Vorgabe M-Wort EP M
Z-0.1082 0.1824

Vorgabe Zahl Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6
Z-0.1680-0.0704-0.1195-0.1185 0.1309 0.2947

Kontext Objekt S H T
G 0.2579-0.1993-0.1314
F 0.2228 0.0119 0.0840

Kontext M-Wort EP M
G-0.1885 0.1259
F 0.3727-0.3279

Kontext Zahl Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6
G 0.2663 0.1343-0.1589-0.1453-0.4839 0.1003
F-0.3655 0.0759-0.1575-0.1265 0.3542 0.0135

Objekt M-Wort

	EP	M
S	-0.3368	0.2565
B	0.2591	-0.3238
T	0.0661	-0.0809

Objekt Zahl

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
S	-0.2727	0.0841	0.2294	0.2370	0.2487	0.2387
B	0.3017	0.0604	-0.0197	-0.1936	-0.7064	0.3188
T	-0.1442	-0.2355	0.0393	-0.1255	0.2624	-0.4384

M-Wort Zahl

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
EP	1.0742	-0.3243	-0.3377			
M	-1.0102	-0.3270	-0.0620	0.2595	-0.1114	0.8939

Vorgabe Kontext Objekt

		S	B	T
Z	G	0.0641	-0.0448	0.0787
Z	F	-0.0124	-0.0987	-0.1767

Vorgabe Kontext M-Wort

		EP	M
Z	G	-0.0077	0.0571
Z	F	0.1363	-0.0762

Vorgabe Kontext Zahl

		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
Z	G	-0.0387	-0.0278	0.1640	0.1475	0.0792	-0.1989
Z	F	-0.0230	-0.1972	-0.0515	0.0311	-0.1701	0.1865

Vorgabe Objekt M-Wort

		EP	M
Z	S	-0.2951	0.2579
Z	B	0.3974	-0.4030
Z	T	0.0763	-0.0249

Vorgabe Objekt

		Zahl					
		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
Z	S	0.5564	-0.1609	-0.1156	-0.0021	0.3486	-0.3820
Z	B	-0.5963	-0.0544	-0.0852	0.0583	-0.0030	0.0171
Z	T	-0.0343	0.2104	-0.1218	0.0594	-0.1254	0.4023

Vorgabe M-Wort

		Zahl					
		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
Z	EP	1.0273	0.0921	-0.5130			
Z	M	-1.1857	-0.4738	-0.0725	0.1492	0.2728	0.5266

Kontext Objekt M-Wort

		EP	M
G	S	0.1806	0.3267
G	B	0.0886	-0.3815
G	T	-0.1846	0.1059
F	S	0.2369	-0.3306
F	B	-0.2560	0.4757
F	T	-0.0308	-0.2156

Kontext	Objekt	Zahl					
		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
G	S	-0.0957	0.2586	-0.4722	-0.4198	0.3460	-0.2360
G	B	0.0553	0.0754	0.3651	0.4287	-0.8894	-0.4100
G	T	-0.1298	-0.1526	0.0733	0.3457	0.2762	0.3225
F	S	-0.9109	0.1778	0.0660	-0.1383	-0.3169	0.3879
F	B	0.5609	-0.1025	-0.0365	-0.2019	0.3768	-0.0407
F	T	0.0424	0.2272	0.1859	-0.2875	-0.2184	-0.1903

Kontext	M-Wort	Zahl					
		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
G	EP	0.1874	0.1315	0.0494			
G	M	0.1076	0.0431	-0.4053	0.2373	-0.3686	-0.0675
F	EP	0.0880	0.4291	-0.1909			
F	M	-0.3928	-0.1556	0.5118	0.0176	0.1686	-0.0081

Objekt	M-Wort	Zahl					
		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
S	EP	0.1214	-0.6840	0.1817			
S	M	-0.5257	0.2334	0.4020	0.0085	0.3738	0.2700
B	EP	0.2246	0.3357	-0.2956			
B	M	0.6197	-0.1731	0.1134	0.0166	-0.8416	-0.1359
T	EP	0.1449	0.2827	-0.3232			
T	M	-0.1099	-0.4802	-0.0127	0.3716	0.4209	-0.2858

Vorgabe	Kontext	Objekt	M-Wort
		EP	M
Z	G	S	-0.1206
Z	G	B	-0.1331
Z	G	T	0.1554
Z	F	S	0.0953
Z	F	B	0.2535
Z	F	T	-0.1930

Vorgabe	Kontext	Objekt	Zahl				
			Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Z	G	S	0.0387	-0.3371	-0.1114	0.0867	0.5382
Z	G	B	0.2114	0.1755	-0.0826	-0.2013	-0.4562
Z	G	T	0.1202	0.1176	0.0613	-0.2350	-0.0760
Z	F	S	0.1445	0.0924	0.1228	0.0949	-0.4328
Z	F	B	-0.2630	-0.2286	-0.0682	0.1035	0.5387
Z	F	T	-0.0097	-0.1243	-0.1753	0.3369	0.1038

Vorgabe	Kontext	M-Wort	Zahl				
			Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Z	G	EP	-0.4495	-0.0522	-0.0174		
Z	G	M	0.1119	-0.0694	0.3395	-0.2546	-0.3824
Z	F	EP	0.1429	-0.0638	-0.0396		
Z	F	M	0.1643	-0.0080	-0.4208	0.1225	0.1030

Vorgabe	Objekt	M-Wort	Zahl				
			Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Z	S	EP	-0.0313	0.0217	-0.0035		
Z	S	M	-0.0222	0.2734	-0.0336	0.0745	-0.1021
Z	B	EP	0.0856	-0.1724	0.0694		
Z	B	M	-0.2130	0.1228	-0.1296	-0.0078	0.0315
Z	T	EP	-0.3020	0.1610	0.2503		
Z	T	M	0.2318	0.1041	-0.1647	-0.3283	-0.0814

Kontext	Objekt	M-Wort	Zahl					
			Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
G	S	EP	-0.7772	1.0961	-0.1090			
G	S	M	-0.7045	-1.0027	-0.4194	-0.3455	0.1213	0.4042
G	B	EP	0.2474	-0.2656	0.0365			
G	B	M	-0.4492	0.6072	0.4309	0.4768	-1.2705	-0.0768
G	T	EP	0.0344	-0.1248	-0.0494			
G	T	M	0.1356	-0.3041	0.1498	-0.0526	0.9223	-0.4425
F	S	EP	0.5464	-0.1683	0.2935			
F	S	M	-1.5616	-0.1174	0.2707	0.4476	0.2507	-0.2956
F	B	EP	-0.4611	0.2741	0.0604			
F	B	M	1.0236	-0.0416	-0.4629	-0.1744	0.4293	-0.0024
F	T	EP	0.1442	-0.1941	-0.2503			
F	T	M	-0.0631	0.3641	0.1283	-0.4008	-0.4730	0.4246

Vorgabe	Kontext	Objekt	M-Wort	Zahl				
			Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
Z	G	S	EP	0.1781	-0.2632	-0.1326		
Z	G	S	M	-0.1421	0.2033	0.4274	0.1783	-0.4025
Z	G	B	EP	0.3522	-0.3267	-0.0483		
Z	G	B	M	0.1557	-0.1186	-0.1652	-0.0147	0.3034
Z	G	T	EP	-0.0336	0.2231	0.0923		
Z	G	T	M	-0.3141	0.4351	-0.0853	-0.0491	-0.1419
Z	F	S	EP	0.0976	-0.0378	-0.5500		
Z	F	S	M	0.4066	0.2246	-0.0358	-0.3686	-0.4574
Z	F	B	EP	-0.0503	-0.1733	0.1830		
Z	F	B	M	-0.5074	0.1587	0.2047	-0.1105	0.2289
Z	F	T	EP	-0.3291	0.1272	0.3585		
Z	F	T	M	0.4564	-0.4081	-0.3029	0.5337	0.0150

Anhang (2)

Ergebnisse der Varianzanalysen der zweistufigen Auswertung

Zur Bezeichnung der Faktorstufen vergleiche Anhang (1)

(2.1) Mittelwertstabellen

Proband 1

Gesamtmittel 2.639

Haupteffekte

	B	Z		
V(orgabe)	2.769	2.509		
	G	F	H	
K(ontext)	2.563	2.674	2.681	
	S	B	T	K
O(bjektklasse)	2.602	2.648	2.685	2.620

Interaktionseffekte

VK (Vorgabe*Kontext)

	G	F	H
B	2.653	2.792	2.861
Z	2.472	2.556	2.500

VO (Vorgabe*Objektklasse)

	S	B	T	K
B	2.667	2.815	2.833	2.759
Z	2.537	2.481	2.537	2.481

KO (Kontext*Objektklasse)

	S	B	T	K
G	2.750	2.333	2.722	2.444
F	2.500	2.889	2.611	2.694
H	2.556	2.722	2.722	2.722

VKO (Vorgabe*Kontext*Objektklasse)

		S	B	T	K
B	G	2.667	2.500	2.778	2.667
B	F	2.611	3.056	2.778	2.722
B	H	2.722	2.889	2.944	2.889
Z	G	2.833	2.167	2.667	2.222
Z	F	2.389	2.722	2.444	2.667
Z	H	2.389	2.556	2.500	2.556

Proband 2

Gesamtmittel		3.715			
V		B 4.019	Z 3.412		
K		G 3.674	F 3.910	H 3.563	
O		S 3.519	B 3.759	T 3.815	K 3.769
VK					
		G 3.986	F 4.181	H 3.889	
	B	3.361	3.639	3.236	
VO					
		S 3.796	B 4.074	T 3.981	K 4.222
	B	3.241	3.444	3.648	3.315
KO					
		S 3.472	B 3.889	T 3.667	K 3.667
	G	3.944	3.667	4.056	3.972
	F	3.139	3.722	3.722	3.667
VKO					
		S 3.667	B 4.278	T 3.889	K 4.111
	B G	4.222	4.000	4.167	4.333
	B F	3.500	3.944	3.889	4.222
	B H	3.278	3.500	3.444	3.222
	Z G	3.667	3.333	3.944	3.611
	Z F	2.778	3.500	3.556	3.111
	Z H				

Proband 3

Gesamtmittel		3.542			
V		B 3.537	Z 3.546		
K		G 3.465	F 3.708	H 3.451	
O		S 3.454	B 3.750	T 3.509	K 3.454
VK					
		G 3.347	F 3.958	H 3.306	
	B	3.583	3.458	3.597	
VO					
		S 3.685	B 3.704	T 3.315	K 3.444
	B	3.222	3.796	3.704	3.463
	Z				

KO

	S	B	T	K
G	3.389	3.611	3.306	3.556
F	3.806	3.972	3.722	3.333
H	3.167	3.667	3.500	3.472

VKO

	S	B	T	K
B G	3.444	3.500	2.889	3.556
B F	4.333	4.278	3.833	3.389
B H	3.278	3.333	3.222	3.389
Z G	3.333	3.722	3.722	3.556
Z F	3.278	3.667	3.611	3.278
Z H	3.056	4.000	3.778	3.556

Proband 4

Gesamtmittel 5.014

	B	Z		
V	4.884	5.144		
	G	F	H	
K	4.667	5.743	4.632	
	S	B	T	K
O	3.870	5.593	5.278	5.315
	G	F	H	
VK	B 4.500	5.597	4.556	
	Z 4.833	5.889	4.708	
	S	B	T	K
VO	B 3.944	5.389	4.833	5.370
	Z 3.796	5.796	5.722	5.259
	S	B	T	K
KO	G 3.139	5.444	4.944	5.139
	F 5.528	5.861	5.806	5.778
	H 2.944	5.472	5.083	5.028
	S	B	T	K
VKO	B G 3.111	5.333	4.278	5.278
	B F 5.389	5.778	5.667	5.556
	B H 3.333	5.056	4.556	5.278
	Z G 3.167	5.556	5.611	5.000
	Z F 5.667	5.944	5.944	6.000
	Z H 2.556	5.889	5.611	4.778

Proband 5

Gesamtmittel		1.850			
V		B 1.903	Z 1.796		
K		G 1.819	F 1.924	H 1.806	
O		S 1.759	B 1.870	T 1.889	K 1.880
VK					
	B	G 1.917	F 1.917	H 1.875	
	Z	1.722	1.931	1.736	
VO					
	B	S 1.870	B 1.907	T 1.944	K 1.889
	Z	1.648	1.833	1.833	1.870
KO					
	G	S 1.833	B 1.833	T 1.861	K 1.750
	F	1.750	1.944	1.972	2.028
	H	1.694	1.833	1.833	1.861
VKO					
	B G	S 1.889	B 1.889	T 2.000	K 1.889
	B F	1.833	2.000	2.000	1.833
	B H	1.889	1.833	1.833	1.944
	Z G	1.778	1.778	1.722	1.611
	Z F	1.667	1.889	1.944	2.222
	Z H	1.500	1.833	1.833	1.778

Proband 6

Gesamtmittel		4.025			
V		B 4.630	Z 3.421		
K		G 3.819	F 4.222	H 4.035	
O		S 3.620	B 4.370	T 4.019	K 4.093
VK					
	B	G 4.278	F 4.944	H 4.667	
	Z	3.361	3.500	3.403	
VO					
	B	S 4.241	B 4.722	T 4.426	K 5.130
	Z	3.000	4.019	3.611	3.056

KO		S	B	T	K
	G	3.444	4.111	3.778	3.944
	F	3.889	4.444	4.361	4.194
	H	3.528	4.556	3.917	4.139

VKO		S	B	T	K
	B G	3.778	4.611	3.889	4.833
	B F	4.611	4.889	4.944	5.333
	B H	4.333	4.667	4.444	5.222
	Z G	3.111	3.611	3.667	3.056
	Z F	3.167	4.000	3.778	3.056
	Z H	2.722	4.444	3.389	3.056

Proband 7

Gesamtmittel		5.012			
		B	Z		
V		5.009	5.014		
		G	F	H	
K		5.090	4.889	5.056	
		S	B	T	K
O		5.130	4.843	4.954	5.120
VK		G	F	H	
	B	5.069	4.819	5.139	
	Z	5.111	4.958	4.972	
VO		S	B	T	K
	B	5.167	4.889	5.037	4.944
	Z	5.093	4.796	4.870	5.296
KO		S	B	T	K
	G	5.167	4.861	5.139	5.194
	F	5.250	4.722	4.750	4.833
	H	4.972	4.944	4.972	5.333
VKO		S	B	T	K
	B G	5.111	5.056	5.111	5.000
	B F	5.056	4.667	5.000	4.556
	B H	5.333	4.944	5.000	5.278
	Z G	5.222	4.667	5.167	5.389
	Z F	5.444	4.778	4.500	5.111
	Z H	4.611	4.944	4.944	5.389

Proband 8

Gesamtmittel		2.417			
		B	Z		
V		2.407	2.426		
		G	F	H	
K		2.444	2.396	2.410	
		S	B	T	K
O		2.370	2.472	2.537	2.287
VK					
		G	F	H	
	B	2.375	2.389	2.458	
	Z	2.514	2.403	2.361	
VO					
		S	B	T	K
	B	2.315	2.537	2.500	2.278
	Z	2.426	2.407	2.574	2.296
KO					
		S	B	T	K
	G	2.611	2.389	2.389	2.389
	F	2.278	2.500	2.528	2.278
	H	2.222	2.528	2.694	2.194
VKO					
		S	B	T	K
	B G	2.389	2.500	2.222	2.389
	B F	2.278	2.556	2.444	2.278
	B H	2.278	2.556	2.833	2.167
	Z G	2.833	2.278	2.556	2.389
	Z F	2.278	2.444	2.611	2.278
	Z H	2.167	2.500	2.556	2.222

Proband 9

Gesamtmittel		1.748			
		B	Z		
V		1.741	1.755		
		G	F	H	
K		1.806	1.736	1.701	
		S	B	T	K
O		1.806	1.815	1.704	1.667
VK					
		G	F	H	
	B	1.847	1.722	1.653	
	Z	1.764	1.750	1.750	
VO					
		S	B	T	K
	B	1.833	1.759	1.667	1.704
	Z	1.778	1.870	1.741	1.630

KO		S	B	T	K
	G	1.861	1.889	1.806	1.667
	F	1.861	1.694	1.722	1.667
	H	1.694	1.861	1.583	1.667

VKO		S	B	T	K
	B G	1.833	1.944	1.833	1.778
	B F	1.833	1.667	1.667	1.722
	B H	1.833	1.667	1.500	1.611
	Z G	1.889	1.833	1.778	1.556
	Z F	1.889	1.722	1.778	1.611
	Z H	1.556	2.056	1.667	1.722

Proband 10

Gesamtmittel		3.213			
		B	Z		
V		3.111	3.315		
		G	F	H	
K		3.188	3.278	3.174	
		S	B	T	K
O		3.009	3.407	3.306	3.130
VK		G	F	H	
	B	3.097	3.111	3.125	
	Z	3.278	3.444	3.222	
VO		S	B	T	K
	B	3.074	3.111	3.167	3.093
	Z	2.944	3.704	3.444	3.167
KO		S	B	T	K
	G	3.250	3.194	3.278	3.028
	F	2.972	3.417	3.361	3.361
	H	2.806	3.611	3.278	3.000
VKO		S	B	T	K
	B G	3.167	3.111	3.167	2.944
	B F	2.944	3.111	3.167	3.222
	B H	3.111	3.111	3.167	3.111
	Z G	3.333	3.278	3.389	3.111
	Z F	3.000	3.722	3.556	3.500
	Z H	2.500	4.111	3.389	2.889

Proband 11

Gesamtmittel

2.644

V		B	Z		
		2.398	2.889		
K		G	F	H	
		2.576	2.688	2.667	
O		S	B	T	K
		2.519	2.722	2.667	2.667
VK		G	F	H	
	B	2.375	2.417	2.403	
	Z	2.778	2.958	2.931	
VO		S	B	T	K
	B	2.407	2.389	2.407	2.389
	Z	2.630	3.056	2.926	2.944
KO		S	B	T	K
	G	2.611	2.722	2.444	2.528
	F	2.611	2.694	2.806	2.639
	H	2.333	2.750	2.750	2.833
VKO		S	B	T	K
	B G	2.389	2.333	2.389	2.389
	B F	2.389	2.444	2.444	2.389
	B H	2.444	2.389	2.389	2.389
	Z G	2.833	3.111	2.500	2.667
	Z F	2.833	2.944	3.167	2.889
	Z H	2.222	3.111	3.111	3.278

(2.2) Streuungserlegungen

SAQ Bzw. MQ bezeichnen die Summen der Abweichungsquadrate bzw. die mittleren Quadrate.

Proband	1	Quelle	SAQ	MQ	F-Wert
		V	7.259	7.259	1.065
		K	1.264	0.632	0.093
		O	0.426	0.142	0.021
		VK	0.616	0.308	0.045
		VO	0.648	0.216	0.032
		KO	7.810	1.302	0.191
		VKO	1.869	0.312	0.046
		Fehler	2779.778	6.813	

Proband	2	Quelle			
		V	39.723	39.723	7.755
		K	9.055	4.527	0.884
		O	5.766	1.922	0.375
		VK	0.242	0.121	0.024
		VO	4.547	1.516	0.296
		KO	9.129	1.521	0.297
		VKO	1.684	0.281	0.055
		Fehler	2089.836	5.122	

Proband	3	Quelle			
		V	0.008	0.008	0.001
		K	6.012	3.006	0.496
		O	6.469	2.156	0.356
		VK	14.063	7.031	1.160
		VO	10.105	3.368	0.556
		KO	8.324	1.387	0.229
		VKO	4.047	0.674	0.111
		Fehler	2472.223	6.059	

Proband	4	Quelle			
		V	7.258	7.258	3.083
		K	114.930	57.465	24.408
		O	194.695	64.898	27.566
		VK	0.645	0.322	0.137
		VO	19.480	6.493	2.758
		KO	65.180	10.863	4.614
		VKO	17.172	2.862	1.216
		Fehler	960.559	2.354	

Proband	5	Quelle			
		V	1.224	1.224	0.359
		K	1.199	0.599	0.176
		O	1.192	0.397	0.116
		VK	0.838	0.419	0.123
		VO	0.600	0.200	0.059
		KO	1.245	0.208	0.061
		VKO	2.310	0.385	0.113
		Fehler	1392.611	3.413	

Proband 6 Quelle

V	157.687	157.687	30.945
K	11.699	5.850	1.148
O	31.063	10.354	2.032
VK	5.180	2.590	0.508
VO	31.324	10.441	2.049
KO	4.098	0.683	0.134
VKO	8.613	1.436	0.282
Fehler	2079.059	5.096	

Proband 7 Quelle

V	0.004	0.004	0.001
K	3.340	1.670	0.555
O	6.230	2.077	0.690
VK	1.754	0.877	0.291
VO	4.469	1.490	0.495
KO	6.566	1.094	0.363
VKO	7.969	1.328	0.441
Fehler	1228.613	3.011	

Proband 8 Quelle

V	0.037	0.037	0.005
K	0.180	0.090	0.013
O	3.944	1.315	0.194
VK	1.005	0.502	0.074
VO	0.907	0.302	0.045
KO	5.764	0.961	0.141
VKO	2.498	0.416	0.061
Fehler	1302.667	6.791	

Proband 9 Quelle

V	0.021	0.021	0.007
K	0.810	0.405	0.128
O	1.766	0.589	0.186
VK	0.597	0.299	0.094
VO	0.692	0.231	0.073
KO	1.560	0.260	0.082
VKO	1.995	0.333	0.105
Fehler	1292.056	3.167	

Proband 10 Quelle

V	4.480	4.480	0.545
K	0.922	0.461	0.056
O	10.242	3.414	0.415
VK	1.035	0.518	0.063
VO	7.688	2.563	0.311
KO	8.910	1.485	0.181
VKO	6.688	1.115	0.135
Fehler	3356.445	8.227	

Proband 11 Quelle

V	26.009	26.009	3.281
K	1.005	0.502	0.063
O	2.472	0.824	0.104
VK	0.421	0.211	0.027
VO	2.917	0.972	0.123
KO	5.347	0.891	0.112
VKO	6.599	1.100	0.139
Fehler	3234.333	7.927	

Anhang (3)

Parameterschätzwerte für das logit-lineare Modell aus der zwei-stufigen Auswertung

Zum Aufbau der Tabellen und den Bezeichnungen der Faktorstufen vergleiche man Anhang (1).

Proband 1

B(0) -0.5433

Objekt

	S	B	T	K
	-0.0475	0.0746	0.0883	-0.1154

M-Wort

	EP	M	E
	-0.9200	1.9629	-1.0429

Zahl

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
	-0.5658	-0.2940	-0.8891	-0.2058	0.2786	0.7718	0.9042

Objekt M-Wort

	EP	M
S	0.1457	-0.2868
B	0.4273	0.1732
T	-0.9404	0.0815

Objekt Zahl

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
S	0.5540	-1.0781	-0.1181	0.1107	0.6345	-0.1049
B	-0.8250	0.4462	-0.0216	0.6938	-0.4632	0.4170
T	0.5506	1.3199	-0.2539	-1.1987	-0.7538	-0.4311

M-Wort Zahl

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
EP	4.8806	0.2807	-2.9299			
M	-2.5255	2.0724	3.3701	2.4130	0.1960	-1.5364

Objekt M-Wort Zahl

		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
S	EP	-0.0407	0.3987	-0.5867			
S	M	-0.3558	0.2723	0.0148	0.0597	0.1739	-0.1052
B	EP	-0.1602	-0.4209	1.3392			
B	M	0.1911	-1.1047	-1.3394	1.3204	-0.4348	-0.0759
T	EP	0.2374	-0.7992	0.4994			
T	M	-0.4592	1.2012	-0.3535	-0.2297	0.2861	0.4222

Proband 2

B(0) 0.5975

Objekt

S B T K
-0.4916 0.2480-0.0502 0.2938

M-Wort

EP M E
-1.2681 1.0434 0.2247

Zahl

Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6 Z7
0.1239-0.1207-0.0529-0.2900 0.0998 0.2189 0.0211

Objekt M-Wort

EP M
S-0.7184 0.4999
B 0.8636-0.8555
T 0.1022-0.2045

Objekt Zahl

Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6
S 0.9614 0.1330-0.0506 0.5846 0.0961-0.6970
B-0.6177-0.3782-0.3491-0.4056 0.5112 0.6321
T 0.1633 0.2853 0.5521 0.0024-0.0425-0.7282

M-Wort Zahl

Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6
EP 1.6796-0.1525-0.7695
M-2.5348-1.0506-0.3288 0.5024 0.1327 1.5072

Objekt M-Wort Zahl

Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6
S EP-0.8843-0.0369 0.3855
S M-0.0890 0.2051 0.5911 0.3412 0.3904-0.6203
B EP 0.7414-0.1241-0.2188
B M 0.9041 0.2943-0.0806-0.3906-0.8277 0.0714
T EP 0.2481 0.0394-0.3550
T M 0.1725-0.1655 0.0396 0.2071 0.2318-0.3261

Proband 3

B(0) 0.2059

Objekt

S B T K
0.0615 0.3102-0.3145-0.0572

M-Wort

EP M E
-1.8083 1.2217 0.5866

Zahl

Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6 Z7
-0.1053 0.2838-0.0746-0.2073 0.5074 0.0929-0.4969

Objekt M-Wort

EP M
S-0.4270 0.8590
B 0.5811-0.8642
T-0.3969 0.1278

Objekt Zahl

Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6
S 0.2739 0.0225 0.4085 0.1290 0.3466-0.2922
B-0.2563-0.1797 0.0313-0.3354-0.4571 0.4362
T 0.3254 0.2306-1.0932 0.0625 0.2368-0.1689

M-Wort Zahl

Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6
EP 1.7813 0.2387-1.1608
M-2.4051-1.5578-0.0321 0.6624 1.1011 1.1486

Objekt M-Wort Zahl

Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6
S EP-0.9315-0.1734 0.9867 .
S M-0.2223-0.1473-0.2818-0.1448 1.5855 0.1654
B EP 0.5352-0.4478-0.1428
B M 0.2967 0.4693-0.1092-0.4260-0.6145-0.1831
T EP 0.6469 0.7447-1.2466
T M 0.1281-0.5322 0.7749 0.6096-0.2989-0.2556

Proband 4

B(0) 2.4591

Objekt

S B T K
-1.6147 1.0194 0.3403 0.2549

M-Wort

EP M E
-0.7066 1.3107-0.6041

Zahl

Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6 Z7
2.1100 1.8700 0.6718-0.3686-1.2242-1.2404-1.8186

Objekt M-Wort

EP M
S-0.6012 0.7301
B-0.0581-0.2067
T 0.6452-0.0968

Objekt Zahl

Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6
S-0.7273-0.6386-0.7807-0.0906 0.8546 1.1290
B-0.5083 0.5403 0.5650 0.4681-0.6545-0.2670
T 0.1708 0.4108-0.2196-0.2036 0.1323-0.2383

M-Wort Zahl

Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6
EP 1.0061 0.1600-0.8557
M-1.1105-0.3575 0.8408 0.4993-0.3432 0.3086

Objekt M-Wort Zahl

Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6
S EP-0.1175-1.0386 0.7390
S M-1.7468 2.1296-0.1543-0.1379 0.1957 0.3805
B EP 0.5672 0.6047-0.7268
B M 0.8152-0.7465-0.7712 0.7076-0.7644 0.0793
T EP-0.1361 0.7101-0.5265
T M 0.7053-0.0477 0.5827-0.4775 0.2092-0.4750

Proband 5

B(0) -0.3330

Objekt

	S	B	T	K
	-0.3156	0.2167	0.1399	-0.0410

M-Wort

	EP	M	E
	-0.6179	-1.0124	1.6304

Zahl

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
	-1.0318	-1.0895	0.1742	-0.0203	0.9722	0.7894	0.2058

Objekt M-Wort

	EP	M
S	-0.2422	0.1271
B	0.4103	-0.0151
T	-0.2819	-0.1775

Objekt Zahl

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
S	-0.0007	-0.0902	-0.0799	0.3064	0.1240	-0.2722
B	0.2575	0.6863	-0.4981	-0.5027	-0.0977	-0.0339
T	-0.1633	-0.4682	0.6779	0.2422	-0.1350	-0.0363

M-Wort Zahl

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
EP	1.8993	1.1927	-1.0187			
M	-2.4975	-2.4399	-0.9915	-0.3042	0.0431	2.5423

Objekt M-Wort Zahl

		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
S	EP	-0.2370	-0.0940	0.0795			
S	M	-0.4208	-0.3313	0.0775	0.4645	0.5603	0.3923
B	EP	0.0780	-0.2999	0.3461			
B	M	1.3712	0.9424	0.1056	0.0532	-1.0942	-0.8336
T	EP	0.3886	0.3701	-0.6584			
T	M	-0.4093	-0.1044	-0.0674	-0.8884	0.3370	0.4411

Proband 6

B(0) 1.5025

Objekt

S	B	T	K
-0.9208	0.7501	0.1455	0.0252

M-Wort

EP	M	E
0.2078	0.3269	-0.5347

Zahl

Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
0.1524	0.4849	-0.0324	-0.2285	0.5769	-0.5482	-0.4050

Objekt M-Wort

EP	M
S-2.0457	2.0608
B 1.5343	-1.7030
T 0.5524	-0.3855

Objekt Zahl

Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
S 0.7237	0.2669	0.6908	0.4554	1.0341	-1.3384
B-0.9009	-0.9284	0.3823	-0.5065	-0.6311	0.7277
T 0.0792	0.3474	-0.6125	0.5434	-0.1686	0.1199

M-Wort Zahl

Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
EP 3.2508	1.0775	-1.6280			
M-3.5595	-2.6801	0.0694	2.2777	1.1084	1.2725

Objekt M-Wort

Zahl	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
S	EP-0.0833	-0.3512	0.1679			
S	M-0.5079	0.3695	2.1917	0.4148	0.2000	-0.7590
B	EP-0.6081	1.2602	-0.9086			
B	M 0.6443	0.1893	-1.1851	-1.4697	-0.6866	0.4590
T	EP-0.0018	1.5708	-0.1353			
T	M-0.3194	-0.5576	-0.7919	1.7068	0.3569	-0.0654

Proband 7

B(0) 2.8503

Objekt

	S	B	T	K
	-0.2594	0.1283	-0.3468	0.4779

M-Wort

	EP	M	E
	0.8604	-0.7788	-0.0817

Zahl

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
	-1.5235	-0.6723	0.5560	0.8104	0.3748	0.4839	-0.0294

Objekt M-Wort

	EP	M
S	-1.3864	0.8768
B	0.8219	-0.8675
T	-0.4435	0.2974

Objekt Zahl

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
S	0.9247	0.7655	0.3948	0.2801	-0.7920	0.2286
B	-1.1247	-0.3615	0.5411	0.7395	-0.5301	-0.2680
T	-0.4265	-0.0198	-0.5837	0.1244	1.6682	-0.5728

M-Wort Zahl

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
EP	1.2572	-0.0422	-0.1382			
M	-2.4487	-1.7619	-1.2131	0.1488	0.9875	2.1204

Objekt M-Wort Zahl

		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
S	EP	0.7396	-0.5196	-0.5094			
S	M	-0.5909	-0.4531	-0.0586	1.9606	0.2036	0.3670
B	EP	-0.9018	-0.1220	0.2691			
B	M	0.9771	0.3720	-0.7670	-1.2231	-0.5683	-0.2059
T	EP	-0.1697	1.2767	-0.3864			
T	M	0.5686	-0.3841	0.8149	-0.7376	0.8362	-0.5908

Proband 8

B(0) -0.6212

Objekt

S B T K
-0.0713 0.0984 0.2609-0.2880

M-Wort

EP M E
-0.1972-0.1702 0.3674

Zahl

Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6 Z7
-0.1819-0.0950-0.6238-0.2163 0.3596 0.5613 0.1960

Objekt M-Wort

EP M
S 0.0226-0.1025
B 0.2768-0.4987
T-0.0698 0.2667

Objekt Zahl

Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6
S 0.8936-0.1801-0.7865 0.0629 0.2455 0.0438
B-1.1549 0.1476 0.6858 0.0531 0.0832 0.1564
T-0.1438 0.0407 0.0870 0.0303-0.2578 0.2128

M-Wort Zahl

Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6
EP 4.6271-0.7167-2.2760
M-2.9273-2.4076-1.2433-0.8099 1.4489 2.9767

Objekt M-Wort Zahl

Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6
S EP 1.4171 0.0509-1.3356
S M-0.2822 0.1850 0.8314 0.1204-0.5216 0.1707
B EP-0.4790-0.3033 0.5993
B M-0.4331 0.0839-0.4143 0.3568-0.2505-0.1345
T EP-0.2112 0.1545-0.0228
T M 0.0538-0.7372 0.4476-0.7983 0.5210-0.0242

Proband 9

B(0) -0.1344

Objekt

S	B	T	K
0.0503	0.1771	0.0163	-0.2437

M-Wort

EP	M	E
1.4325	-2.1083	0.6759

Zahl

Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
-1.2296	-1.5823	-0.9668	-0.6242	1.1758	1.4098	1.8173

Objekt M-Wort

	EP	M
S	-0.2229	0.2150
B	-0.1958	0.0406
T	0.2620	0.0492

Objekt Zahl

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
S	-0.2843	-0.3437	0.2033	0.5246	0.5958	-0.0607
B	-0.0583	0.0595	0.2101	-0.4143	0.6199	-0.0512
T	-0.4805	0.1521	-0.8210	0.1569	0.0075	-0.3616

M-Wort Zahl

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
EP	3.4134	0.1059	-1.3770			
M	-1.4024	-1.6598	-0.4451	0.5315	-1.7646	1.6547

Objekt M-Wort Zahl

		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
S	EP	0.0196	-0.1843	-0.0727			
S	M	-0.5911	0.0784	0.1414	-0.0443	1.0914	0.2941
B	EP	-1.0513	0.3032	0.1673			
B	M	1.6708	-0.2772	0.1823	0.1784	-1.0506	-0.1093
T	EP	-0.2351	0.2543	0.2680			
T	M	-0.1949	-0.2176	-1.0746	-0.2406	0.8408	-0.5256

Proband 10

B(0) 0.1331

Objekt

	S	B	T	K
	-0.6220	0.4767	0.1328	0.0125

M-Wort

	EP	M	E
	-1.5623	3.8020	-2.2397

Zahl

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
	2.0853	1.4270	0.2256	-1.1495	-0.6110	-0.5265	-1.4508

Objekt M-Wort

	EP	M
S	-1.3365	0.9654
B	1.0155	-1.4017
T	0.3700	-0.0623

Objekt Zahl

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
S	0.6888	0.8199	-0.8910	-0.3246	1.7968	-0.4340
B	-1.7659	-0.1885	0.6523	0.7457	-1.2055	1.1942
T	0.4204	0.1518	0.5050	-1.0794	-0.2511	-0.3355

M-Wort Zahl

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
EP	3.6685	0.1190	-1.6903			
M	-8.8034	-2.3314	1.7282	3.1033	1.4916	2.4803

Objekt M-Wort Zahl

		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
S	EP	-0.9970	0.0724	-0.1455			
S	M	0.6596	1.6949	0.5476	-0.0188	-1.0670	0.0906
B	EP	1.8380	-0.4711	-0.3420			
B	M	-0.4150	-0.1092	0.2726	0.1793	-1.0890	-0.2692
T	EP	0.6410	-0.0825	0.0780			
T	M	-1.1708	-1.1952	-0.5756	1.0089	1.2537	0.2650

Proband 11

B(0) -0.1083

Objekt

S B T K
-0.3473 0.0955-0.1685 0.4203

M-Wort

EP M E
0.7591-1.1906 0.4314

Zahl

Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6 Z7
-1.2161-1.1995-1.1355-1.8197 1.0759 2.5163 1.7786

Objekt M-Wort

EP M
S-0.8934 0.8355
B 0.9377-0.4633
T-0.0480-0.6458

Objekt Zahl

Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6
S 0.1771-0.1188 1.4707 0.3123 0.5694-0.0874
B-0.7340-0.0687-0.5894-1.1643-0.1593 1.2341
T 0.3387 0.1912-0.5506 0.1336-0.0908-1.0223

M-Wort Zahl

Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6
EP 5.8477 1.6816-3.4158
M-3.3738-2.7840-2.6791-0.9323 1.7194 3.7137

Objekt M-Wort Zahl

Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6
S EP-0.7559 0.2265 0.2076
S M-0.6653-0.9759 0.3672 1.1925 0.9089 0.5569
B EP 0.3073-0.5011 0.6693
B M 1.1018-0.1700 0.1818-0.3059-0.8587 0.0915
T EP 0.4843 1.2605-1.2213
T M 0.4757 0.0166 0.5895-1.1572 0.2247-1.0366

Anhang (4)

Parameterschätzwerte des logit-linearen Gleichungssystems der einstufigen Auswertung

Zum Aufbau der Tabellen und den Bezeichnungen der Faktorstufen vergleiche Anhang (1). Folgende Änderung ist zu beachten: der Faktor "Objektzahl" weist zwei Stufen I1 und I2 auf, I1 umfaßt die Objektzahlen fünf bis sieben, I2 die Zahlen acht bis elf.

Proband 1

B(0) -1.1636

Kontext

G	F	H
-0.0214	0.1545	-0.1331

Objekt

S	B	T	K
0.0032	0.0328	0.0521	-0.0881

M-Wort

EP	M	E
-1.2427	1.9185	-0.6758

Zahl

I1	I2
0.0708	-0.0708

Kontext Objekt

	S	B	T
G	0.5284	-0.2894	0.1128
F	-0.6086	0.4821	-0.3064

Kontext M-Wort

	EP	M
G	-0.0837	-0.1162
F	0.3100	-0.0620

Kontext Zahl

	I1
G	0.0756
F	-0.1756

Objekt M-Wort

	EP	M
S	0.0389	-0.1446
B	0.0972	0.1551
T	-0.4687	-0.0178

Objekt Zahl

	I1
S	-0.0399
B	-0.0821
T	0.3094

M-Wort Zahl

I1

EP 1.8544

M -0.0425

Kontext Objekt M-Wort

EP M

G S 0.4931 -0.1914

G B -0.3409 -0.0255

G T 0.0514 -0.1693

F S -0.3141 0.4222

F B 0.1634 -0.1252

F T -0.1574 0.2186

Kontext Objekt Zahl

I1

G S -0.2379

G B 0.1314

G T 0.0524

F S 0.0264

F B -0.0020

F T 0.0215

Kontext M-Wort Zahl

I1

G EP -0.1181

G M 0.0929

F EP -0.1725

F M -0.0441

Objekt M-Wort Zahl

I1

S EP -0.0843

S M 0.0888

B EP 0.0457

B M -0.2034

T EP 0.0239

T M -0.1821

Kontext Objekt M-Wort Zahl

I1

G S EP -0.6360

G S M 0.1212

G B EP 0.0919

G B M 0.0301

G T EP 0.0492

G T M -0.0296

F S EP 0.7799

F S M 0.0428

F B EP -0.3725

F B M -0.2294

F T EP 0.3272

F T M 0.0587

Proband 2

B(0) 0.2551

Kontext

G F H
-0.0914 0.2596 -0.1682

Objekt

S B T K
-0.2388 -0.1393 0.1555 0.2226

M-Wort

EP M E
-1.7202 1.0040 0.7162

Zahl

I1 I2
0.3260 -0.3260

Kontext Objekt

S B T
G -0.2836 0.2801 -0.0816
F 0.3436 -0.0708 -0.0276

Kontext M-Wort

EP M
G -0.8832 0.4053
F 1.2082 -1.0423

Kontext Zahl

I1
G 0.3198
F -0.5116

Objekt M-Wort

EP M
S -0.3507 0.5431
B 0.4554 -0.5901
T -0.0323 -0.2125

Objekt Zahl

I1
S 0.0251
B -0.1935
T 0.3133

M-Wort Zahl

I1
EP 0.6674
M -1.2902

Kontext Objekt M-Wort

EP M
G S -0.1218 0.2712
G B 0.3959 -0.1674
G T -0.6134 -0.0422
F S -0.1536 -0.1813
F B 0.2933 -0.2039
F T 0.2768 0.1555

Kontext	Objekt	Zahl
		I1
G	S	0.0844
G	B	-0.1564
G	T	0.4113
F	S	0.0329
F	B	-0.1685
F	T	-0.2684

Kontext	M-Wort	Zahl
		I1
G	EP	-0.0460
G	M	-0.1843
F	EP	0.1699
F	M	0.0660

Objekt	M-Wort	Zahl
		I1
S	EP	-0.3739
S	M	0.3700
B	EP	0.5222
B	M	0.1351
T	EP	-0.0667
T	M	-0.1820

Kontext	Objekt	M-WORT	Zahl
			I1
G	S	EP	0.6440
G	S	M	-0.1182
G	B	EP	-0.5549
G	B	M	0.4196
G	T	EP	0.1447
G	T	M	-0.4220
F	S	EP	-0.0488
F	S	M	-0.4074
F	B	EP	-0.2709
F	B	M	0.1328
F	T	EP	0.0772
F	T	M	0.1900

Proband 3

B(0) -0.1049

Kontext

G F H
-0.1896 0.3881 -0.1986

Objekt

S B T K
-0.0710 0.1702 -0.1552 0.0559

M-Wort

EP M E
-2.3889 1.3289 1.0600

Zahl

I1 I2
0.3731 -0.3731

Kontext Objekt

S B T
G -0.0819 -0.1121 -0.0932
F 0.2982 0.0700 -0.0215

Kontext M-Wort

EP M
G -0.8158 0.6779
F 1.5385 -1.4190

Kontext Zahl

I1
G 0.3584
F -0.5888

Objekt M-Wort

EP M
S -0.3592 0.6584
B 0.2883 -0.6415
T 0.0723 -0.0599

Objekt Zahl

I1
S 0.1633
B -0.0894
T -0.0583

M-Wort Zahl

I1
EP 0.9939
M -1.5028

Kontext Objekt M-Wort

EP M
G S -0.2088 0.4494
G B 0.1412 -0.3593
G T 0.2407 -0.1307
F S -0.1458 0.1993
F B 0.1016 -0.2106
F T -0.3844 0.2055

Kontext	Objekt	Zahl
		I1
G	S	-0.3238
G	B	0.3791
G	T	-0.1117
F	S	0.0338
F	B	-0.2147
F	T	0.1252

Kontext	M-Wort	Zahl
		I1
G	EP	-0.1433
G	M	0.0653
F	EP	0.0742
F	M	0.1158

Objekt	M-Wort	Zahl
		I1
S	EP	-0.5400
S	M	0.2496
B	EP	0.3027
B	M	0.0503
T	EP	0.2797
T	M	-0.0112

Kontext	Objekt	M-Wort	Zahl
			I1
G	S	EP	-0.0204
G	S	M	0.2819
G	B	EP	-0.1048
G	B	M	0.1594
G	T	EP	-0.0450
G	T	M	0.0600
F	S	EP	0.2255
F	S	M	-0.5683
F	B	EP	-0.1042
F	B	M	0.2434
F	T	EP	0.0774
F	T	M	-0.1953

Proband 4

B(0) 2.4769

Kontext

G F H
-0.4593 1.0326 -0.5732

Objekt

S B T K
-1.9062 1.0521 0.3941 0.4600

M-Wort

EP M E
-0.5660 1.1750 -0.6090

Zahl

I1 I2
1.0027 -1.0027

Kontext Objekt

S B T
G -0.5095 0.5001 -0.0236
F 0.9828 -0.6357 -0.0642

Kontext M-Wort

EP M
G 0.1293 0.0592
F 0.5982 -0.7725

Kontext Zahl

I1
G 0.1869
F -0.6511

Objekt M-Wort

EP M
S -1.0426 1.0292
B 0.3152 -0.4285
T 0.1612 0.0822

Objekt Zahl

I1
S 0.0588
B -0.0939
T -0.0802

M-Wort Zahl

I1
EP -0.1636
M -0.1672

Kontext Objekt M-Wort

EP M
G S -0.8863 0.7663
G B 0.7719 -0.9682
G T 0.7332 -0.4431
F S 0.9571 -1.5220
F B -0.5664 1.1816
F T -1.1871 0.7574

Kontext	Objekt	Zahl
		I1
G	S	0.0473
G	B	-0.1581
G	T	-0.0066
F	S	-0.4999
F	B	0.3238
F	T	0.3966

Kontext	M-Wort	Zahl
		I1
G	EP	-0.1992
G	M	0.3767
F	EP	0.3341
F	M	-0.3665

Objekt	M-Wort	Zahl
		I1
S	EP	0.6744
S	M	-0.3899
B	EP	-0.2989
B	M	0.0644
T	EP	-0.2083
T	M	0.1980

Kontext	Objekt	M-Wort	Zahl
			I1
G	S	EP	0.7104
G	S	M	-0.3879
G	B	EP	-1.1371
G	B	M	0.4628
G	T	EP	-0.0183
G	T	M	0.3099
F	S	EP	-0.5549
F	S	M	-0.0852
F	B	EP	0.9215
F	B	M	-0.1121
F	T	EP	-0.1168
F	T	M	-0.3322

Proband 5

B(0) -0.8323

Kontext

G F H
-0.1043 0.1465 -0.0422

Objekt

S B T K
-0.2004 -0.0224 0.2214 0.0015

M-Wort

EP M E
-1.7352 -0.5747 2.3098

Zahl

I1 I2
0.1373 -0.1373

Kontext Objekt

S B T
G 0.0845 0.0853 0.0203
F -0.0605 0.0345 0.0049

Kontext M-Wort

EP M
G -1.3396 0.8000
F 1.9653 -1.0331

Kontext Zahl

I1
G 0.1723
F -0.4871

Objekt M-Wort

EP M
S -0.2966 0.1285
B 0.7379 -0.1327
T -0.1873 0.0439

Objekt Zahl

I1
S -0.1697
B 0.0035
T 0.2008

M-Wort Zahl

I1
EP 1.0427
M -1.9652

Kontext Objekt M-Wort

EP M
G S -0.2551 -0.0579
G B 0.3339 0.1560
G T 0.1463 -0.1879
F S -0.0109 -0.0998
F B -0.2944 -0.1759
F T -0.0911 0.3660

Kontext	Objekt	Zahl
		I1
G	S	-0.0682
G	B	0.2025
G	T	-0.0037
F	S	0.0189
F	B	-0.0786
F	T	0.0275

Kontext	M-Wort	Zahl
		I1
G	EP	-0.6846
G	M	-0.1507
F	EP	0.7357
F	M	0.3637

Objekt	M-Wort	Zahl
		I1
S	EP	-0.3274
S	M	-0.0448
B	EP	0.7120
B	M	0.2181
T	EP	-0.1667
T	M	0.0402

Kontext	Objekt	M-Wort	Zahl
			I1
G	S	EP	-0.1025
G	S	M	-0.0968
G	B	EP	0.2167
G	B	M	0.1231
G	T	EP	0.1703
G	T	M	-0.1188
F	S	EP	-0.0903
F	S	M	-0.0064
F	B	EP	-0.1813
F	B	M	-0.2806
F	T	EP	-0.1136
F	T	M	0.3980

Proband 6

B(0) 0.6294

Kontext

G F H
-0.3972 0.4229 -0.0257

Objekt

S B T K
-0.7412 0.7207 -0.0290 0.0495

M-Wort

EP M E
-0.7323 0.5086 0.2238

Zahl

I1 I2
0.4321 -0.4321

Kontext Objekt

S B T
G 0.1017 -0.0871 0.1654
F 0.0819 -0.0947 0.1364

Kontext M-Wort

EP M
G -0.5497 0.2884
F 0.9086 -0.5915

Kontext Zahl

I1
G 0.3140
F -0.4381

Objekt M-Wort

EP M
S -1.1611 1.0898
B 1.6303 -1.5318
T -0.2963 0.0315

Objekt Zahl

I1
S 0.4717
B -0.3455
T 0.0174

M-Wort Zahl

I1
EP 1.3239
M -1.7832

Kontext Objekt M-Wort

EP M
G S 0.2548 -0.2846
G B -0.1982 0.3936
G T 0.6600 -0.4111
F S -0.2325 0.3146
F B 0.2220 -0.3007
F T -0.0239 0.0723

Kontext	Objekt	Zahl
		I1
G	S	-0.1662
G	B	-0.1398
G	T	-0.0544
F	S	-0.0001
F	B	0.2370
F	T	-0.3089

Kontext	M-Wort	Zahl
		I1
G	EP	0.0041
G	M	0.0114
F	EP	-0.0892
F	M	0.1263

Objekt	M-Wort	Zahl
		I1
S	EP	-0.0678
S	M	0.5285
B	EP	-0.1678
B	M	0.1349
T	EP	0.2698
T	M	-0.5565

Kontext	Objekt	M-Wort	Zahl
			I1
G	S	EP	0.1741
G	S	M	-0.1935
G	B	EP	-0.4050
G	B	M	0.1677
G	T	EP	-0.5241
G	T	M	0.5010
F	S	EP	-0.1243
F	S	M	-0.2420
F	B	EP	0.4223
F	B	M	0.0860
F	T	EP	-0.1910
F	T	M	0.0974

Proband 7

B(0) 2.5769

Kontext

G F H
0.1507 -0.2556 0.1049

Objekt

S B T K
0.0747 -0.1497 -0.3138 0.3888

M-Wort

EP M E
1.0130 -0.9311 -0.0819

Zahl

I1 I2
-0.4177 0.4177

Kontext Objekt

S B T
G -0.0601 -0.1690 0.0279
F 0.8188 -0.0110 -0.2620

Kontext M-Wort

EP M
G -0.2770 0.2635
F 0.4633 -0.8020

Kontext Zahl

I1
G 0.3427
F -0.2382

Objekt M-Wort

EP M
S -0.6971 0.2823
B 0.6756 -0.4617
T -0.3360 0.3247

Objekt Zahl

I1
S 0.4072
B -0.3820
T -0.1400

M-Wort Zahl

I1
EP 0.2385
M -1.4818

Kontext Objekt M-Wort

EP M
G S -0.4487 0.6546
G B 0.3996 -0.6091
G T 0.2401 -0.1916
F S 1.0874 -0.1901
F B -0.0924 0.0924
F T -0.7038 0.1303

Kontext	Objekt	Zahl	I1
G	S	-0.2892	
G	B	0.0996	
G	T	0.6601	
F	S	-0.3014	
F	B	-0.0030	
F	T	-0.2115	

Kontext	M-Wort	Zahl	I1
G	EP	-0.0943	
G	M	-0.2984	
F	EP	0.5082	
F	M	0.2923	

Objekt	M-Wort	Zahl	I1
S	EP	-0.2585	
S	M	-0.0314	
B	EP	-0.4044	
B	M	0.3527	
T	EP	0.4273	
T	M	0.0270	

Kontext	Objekt	M-Wort	Zahl	I1
G	S	EP	0.0712	
G	S	M	-0.3011	
G	B	EP	-0.2438	
G	B	M	0.5512	
G	T	EP	0.9829	
G	T	M	-0.3788	
F	S	EP	0.0619	
F	S	M	-0.2491	
F	B	EP	-0.1626	
F	B	M	0.0318	
F	T	EP	-0.3169	
F	T	M	0.3051	

Proband 8

B(0) -1.1214

Kontext

G F H
0.0337 -0.1455 0.1118

Objekt

S B T K
-0.0250 0.0807 0.1431 -0.1989

M-Wort

EP M E
-0.7604 -0.2650 1.0254

Zahl

I1 I2
0.0180 -0.0180

Kontext Objekt

S B T
G 0.4394 0.2300 -0.7075
F -0.4224 0.0550 0.2734

Kontext M-Wort

EP M
G -0.1202 0.0814
F 0.0338 -0.1298

Kontext Zahl

I1
G 0.0353
F 0.0399

Objekt M-Wort

EP M
S 0.0387 -0.1153
B 0.1910 -0.2446
T 0.0537 0.0925

Objekt Zahl

I1
S -0.0422
B -0.0923
T -0.0282

M-Wort Zahl

I1
EP 1.4112
M -2.1258

Kontext Objekt M-Wort

EP M
G S 0.1829 0.1948
G B 0.4546 -0.2221
G T -0.2278 -0.3601
F S -0.3617 -0.1076
F B 0.5554 -0.4283
F T 0.2468 0.0143

Kontext	Objekt	Zahl
		I1
G	S	0.0019
G	B	-0.3477
G	T	0.0504
F	S	0.0840
F	B	-0.2218
F	T	-0.1025

Kontext	M-Wort	Zahl
		I1
G	EP	-0.0385
G	M	0.0676
F	EP	0.2444
F	M	-0.3341

Objekt	M-Wort	Zahl
		I1
S	EP	-0.0063
S	M	0.0858
B	EP	-0.1149
B	M	0.0258
T	EP	-0.0879
T	M	0.0076

Kontext	Objekt	M-Wort	Zahl
			I1
G	S	EP	-0.3793
G	S	M	0.4044
G	B	EP	-0.8009
G	B	M	0.4876
G	T	EP	1.0143
G	T	M	-1.0030
F	S	EP	0.5687
F	S	M	-0.4750
F	B	EP	-0.0634
F	B	M	-0.1924
F	T	EP	-0.4389
F	T	M	0.3046

Proband 9

B(0) -0.9264

Kontext

G F H
-0.1362 0.2726 -0.1364

Objekt

S B T K
0.2330 0.1555 -0.1308 -0.2577

M-Wort

EP M E
-0.0163 -1.2444 1.2608

Zahl

I1 I2
-0.3465 0.3465

Kontext Objekt

S B T
G 0.2377 -0.3657 0.2918
F -0.1446 0.0579 0.0522

Kontext M-Wort

EP M
G -0.6681 0.3254
F 1.3586 -0.6956

Kontext Zahl

I1
G 0.1245
F -0.2652

Objekt M-Wort

EP M
S 0.2512 -0.0918
B -0.0476 0.0782
T 0.2122 -0.1859

Objekt Zahl

I1
S -0.3038
B 0.1480
T -0.0826

M-Wort Zahl

I1
EP 1.6135
M -1.5828

Kontext Objekt M-Wort

EP M
G S -0.2567 0.4484
G B -0.3346 -0.1644
G T 0.5969 -0.2096
F S -0.2451 -0.0593
F B 0.0879 0.1166
F T -0.0391 0.2019

Kontext	Objekt	Zahl
		I1
G	S	0.2685
G	B	0.0137
G	T	-0.1333
F	S	0.0851
F	B	0.1934
F	T	-0.1329

Kontext	M-Wort	Zahl
		I1
G	EP	0.1430
G	M	-0.4584
F	EP	-0.0448
F	M	0.5434

Objekt	M-Wort	Zahl
		I1
S	EP	-0.4356
S	M	0.1625
B	EP	-0.0621
B	M	0.1972
T	EP	0.1420
T	M	-0.1796

Kontext	Objekt	M-Wort	Zahl
			I1
G	S	EP	-0.4612
G	S	M	0.3479
G	B	EP	0.7054
G	B	M	-0.4967
G	T	EP	-0.3534
G	T	M	0.1959
F	S	EP	0.4802
F	S	M	-0.3153
F	B	EP	-0.2942
F	B	M	0.3558
F	T	EP	-0.1005
F	T	M	0.0236

Proband 10

B(0) -0.4337

Kontext

G F H
-0.0813 0.2593 -0.1779

Objekt

S B T K
-0.2771 0.3369 -0.0817 0.0219

M-Wort

EP M E
-1.8059 3.1178 -1.3119

Zahl

I1 I2
0.9624 -0.9624

Kontext Objekt

S B T
G 0.6821 -0.5284 0.0564
F -0.3004 0.1606 -0.2072

Kontext M-Wort

EP M
G -0.2198 0.0603
F 0.2836 -0.1217

Kontext Zahl

I1
G 0.0430
F -0.1985

Objekt M-Wort

EP M
S -0.2471 0.1619
B 0.1435 -0.7635
T -0.0134 0.2240

Objekt Zahl

I1
S 0.0206
B -0.0854
T 0.2160

M-Wort Zahl

I1
EP 1.4212
M -2.8302

Kontext Objekt M-Wort

EP M
G S -0.3809 0.1008
G B 0.2712 -0.4139
G T 0.1488 0.0838
F S -0.2425 0.4766
F B 0.2316 0.0401
F T -0.1998 -0.1059

Kontext	Objekt	Zahl
		I1
G	S	-0.5014
G	B	0.4331
G	T	-0.0679
F	S	0.1574
F	B	-0.2712
F	T	0.2506

Kontext	M-Wort	Zahl
		I1
G	EP	0.1140
G	M	0.2007
F	EP	-0.1750
F	M	-0.1935

Objekt	M-Wort	Zahl
		I1
S	EP	-0.0866
S	M	0.3938
B	EP	0.1075
B	M	0.1883
T	EP	0.1471
T	M	-0.6032

Kontext	Objekt	M-Wort	Zahl
			I1
G	S	EP	0.3443
G	S	M	-0.0395
G	B	EP	-0.2322
G	B	M	0.4779
G	T	EP	-0.1850
G	T	M	-0.0566
F	S	EP	0.2161
F	S	M	-0.5106
F	B	EP	-0.2530
F	B	M	-0.0577
F	T	EP	0.2588
F	T	M	-0.0340

Proband 11

B(0) -1.4072

Kontext

G F H
-0.0726 0.1003 -0.0277

Objekt

S B T K
0.0109 -0.0641 -0.0954 0.1486

M-Wort

EP M E
-0.8547 -0.5291 1.3837

Zahl

I1 I2
0.0156 -0.0156

Kontext Objekt

S B T
G 0.2225 0.0802 -0.0510
F 0.0368 -0.1175 -0.0133

Kontext M-Wort

EP M
G -0.0215 0.0495
F 0.1616 -0.0486

Kontext Zahl

I1
G 0.0460
F -0.0817

Objekt M-Wort

EP M
S -0.2897 0.4569
B 0.0480 -0.2734
T 0.0999 -0.2090

Objekt Zahl

I1
S 0.1807
B -0.0263
T -0.0430

M-Wort Zahl

I1
EP 2.5748
M -2.7301

Kontext Objekt M-Wort

EP M
G S -0.1284 0.2463
G B 0.0931 -0.0719
G T 0.2038 -0.0597
F S -0.2987 0.2416
F B -0.1839 0.0954
F T -0.1899 0.0991

Kontext	Objekt	Zahl
		I1
G	S	-0.0047
G	B	-0.0007
G	T	-0.0068
F	S	0.0985
F	B	0.0725
F	T	0.0956

Kontext	M-Wort	Zahl
		I1
G	EP	0.0890
G	M	-0.0228
F	EP	-0.1146
F	M	0.0300

Objekt	M-Wort	Zahl
		I1
S	EP	-0.2304
S	M	0.0692
B	EP	0.2393
B	M	-0.0669
T	EP	0.2767
T	M	-0.0832

Kontext	Objekt	M-Wort	Zahl
			I1
G	S	EP	-0.1303
G	S	M	0.1100
G	B	EP	-0.0550
G	B	M	-0.0076
G	T	EP	-0.0696
G	T	M	0.1175
F	S	EP	0.0978
F	S	M	0.1973
F	B	EP	0.0841
F	B	M	-0.0504
F	T	EP	0.1593
F	T	M	-0.1814

Anhang (5)

Aus dem Gesamtmittel, den Haupteffekten und der Interaktion von
Mengenwort und Zahl vorhergesagte Urteilswahrscheinlichkeiten.

Beispiel: Proband 1, "ein paar", 5 Objekte:

$\text{logit}(P) = -0.543 - 0.920 - 0.566 + 4881 = 2.851$, also $P = 0.945$.

Proband 1

Parametertabelle

B(0) -0.543

Anzahl=	5	6	7	8	9	10	11
M-Wort	-0.566	-0.294	-0.889	-0.206	0.279	0.772	0.904
EP -0.920	4.881	0.281	-2.930	-2.231			
M 1.963	-2.526	2.072	3.370	2.413	0.196	-1.536	-3.990
E -1.043	-2.355	-2.353	-0.440	-0.182	-0.196	1.536	6.221

Logittabelle

Anzahl=	5	6	7	8	9	10	11
M-Wort							
EP	2.851	-1.477	-5.282	-3.900			
M	-1.672	3.198	3.901	3.627	1.894	0.655	-1.666
E	-4.507	-4.233	-2.915	-1.974	-1.504	0.722	5.539

Wahrscheinlichkeit

Anzahl=	5	6	7	8	9	10	11
M-Wort							
EP	0.945	0.186	0.005	0.020			
M	0.158	0.961	0.980	0.974	0.869	0.658	0.159
E	0.011	0.014	0.051	0.122	0.182	0.673	0.996

Proband 5

Parametertabelle

B(0) -0.333

Anzahl=	5	6	7	8	9	10	11
M-Wort	-1.032	-1.090	0.174	-0.020	0.972	0.789	0.206
EP -0.618	1.899	1.193	-1.019	-2.073			
M -1.012	-2.498	-2.440	-0.992	-0.304	0.043	2.542	3.648
E 1.630	0.598	1.247	2.010	2.377	-0.043	-2.542	-1.574

Logittabelle

Anzahl=	5	6	7	8	9	10	11
M-Wort							
EP	-0.083	-0.848	-1.795	-3.044			
M	-4.875	-4.875	-2.163	-1.670	-0.330	1.986	2.508
E	0.864	1.455	3.482	3.655	2.226	-0.456	-0.071

Wahrscheinlichkeit

Anzahl=	5	6	7	8	9	10	11
M-Wort							
EP	0.479	0.300	0.142	0.045			
M	0.008	0.008	0.103	0.158	0.418	0.879	0.925
E	0.703	0.811	0.970	0.975	0.903	0.388	0.482

Proband 7

Parametertabelle

B(0)	2.850								
	Anzahl=	5	6	7	8	9	10	11	
		-1.524	-0.672	0.556	0.810	0.375	0.484	-0.029	
M-Wort		Interaktionsterme							
EP	0.860	1.257	-0.042	-0.138	-1.077				
M	-0.779	-2.449	-1.762	-1.213	0.149	0.988	2.120	2.167	
E	-0.082	1.191	1.804	1.351	0.928	-0.988	-2.120	-1.090	

Logittabelle

	Anzahl=	5	6	7	8	9	10	11	
M-Wort									
EP		3.444	2.996	4.128	3.444				
M		-1.901	-0.363	1.414	3.031	3.434	4.676	4.209	
E		2.437	3.900	4.676	4.507	2.156	1.132	1.649	

Wahrscheinlichkeit

	Anzahl=	5	6	7	8	9	10	11	
M-Wort									
EP		0.969	0.952	0.984	0.969				
M		0.130	0.410	0.804	0.954	0.969	0.991	0.985	
E		0.920	0.980	0.991	0.989	0.896	0.756	0.839	

Proband 8

Parametertabelle

B(0)	-0.621								
	Anzahl=	5	6	7	8	9	10	11	
		-0.182	-0.095	-0.624	-0.216	0.360	0.561	0.196	
M-Wort		Interaktionsterme							
EP	-0.197	4.627	-0.717	-2.276	-1.634				
M	-0.170	-2.927	-2.408	-1.243	-0.810	1.449	2.977	2.963	
E	0.367	-1.700	3.124	3.519	2.444	-1.449	-2.977	-1.328	

Logittabelle

	Anzahl=	5	6	7	8	9	10	11	
M-Wort									
EP		3.627	-1.630	-3.718	-2.669				
M		-3.901	-3.294	-2.658	-1.818	1.017	2.747	2.367	
E		-2.135	2.775	2.642	1.974	-1.343	-2.669	-1.386	

Wahrscheinlichkeit

	Anzahl=	5	6	7	8	9	10	11	
M-Wort									
EP		0.974	0.164	0.024	0.065				
M		0.020	0.036	0.065	0.140	0.734	0.940	0.914	
E		0.106	0.941	0.933	0.878	0.207	0.065	0.200	

Proband 9

Parametertabelle

B(0) -0.134

Anzahl=	5	6	7	8	9	10	11
M-Wort	-1.230	-1.582	-0.967	-0.624	1.176	1.410	1.817
EP	1.432	3.413	0.106	-1.377	-2.142		
M	-2.108	-1.402	-1.660	-0.445	0.531	-1.765	1.655
E	0.676	-2.011	1.554	1.822	1.611	1.765	-1.655

Logittabelle

Anzahl=	5	6	7	8	9	10	11
M-Wort							
EP	3.482	-0.178	-1.046	-1.468			
M	-4.875	-5.485	-3.655	-2.335	-2.831	0.822	2.660
E	-2.699	0.513	1.397	1.528	3.482	0.297	1.415

Wahrscheinlichkeit

Anzahl=	5	6	7	8	9	10	11
M-Wort							
EP	0.970	0.456	0.260	0.187			
M	0.008	0.004	0.025	0.088	0.056	0.695	0.935
E	0.063	0.626	0.802	0.822	0.970	0.574	0.805

Proband 11

Parametertabelle

B(0) -0.108

Anzahl=	5	6	7	8	9	10	11
M-Wort	-1.216	-1.200	-1.135	-1.820	1.076	2.516	1.779
EP	0.759	5.848	1.682	-3.416	-4.113		
M	-1.191	-3.374	-2.784	-2.679	-0.932	1.719	3.714
E	0.431	-2.474	1.102	6.095	5.046	-1.719	-3.714

Logittabelle

Anzahl=	5	6	7	8	9	10	11
M-Wort							
EP	5.282	1.133	-3.900	-5.282			
M	-5.889	-5.282	-5.113	-4.051	1.496	4.931	4.816
E	-3.367	0.226	5.282	3.549	-0.320	-0.874	1.879

Wahrscheinlichkeit

Anzahl=	5	6	7	8	9	10	11
M-Wort							
EP	0.995	0.756	0.020	0.005			
M	0.003	0.005	0.006	0.017	0.817	0.993	0.992
E	0.033	0.556	0.995	0.972	0.421	0.294	0.868

Lebenslauf

Am 06.05.1958 wurde ich als Sohn von Maria und Ernst Faßmann in Amberg (Oberpfalz) geboren. Nach dem Besuch von Grundschule (1964-1968) und Gymnasium (1968-1977) in Amberg habe ich mich zum Wintersemester 1977/78 an der Universität Regensburg im Diplomstudiengang Psychologie eingeschrieben. Im Sommer 1983 habe ich an der Universität Regensburg den Grad eines Diplom-Psychologen (univ.) erworben. Seit dem Wintersemester 1983/84 war ich an der gleichen Universität in den Lehramtsstudiengängen Mathematik und Physik immatrikuliert. Parallel dazu habe ich mich um eine feste Anstellung bemüht und auf Honorarbasis statistische Auswertungen durchgeführt. Seit Sommer 1986 arbeite ich als wissenschaftlicher Vollzeitangestellter in einem Forschungsprojekt zur "Kategorialität der Sprachlautwahrnehmung", das von Frau Dr. Hede Helfrich, Universität Regensburg, geleitet und von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziert wird; seit Frühjahr 1985 habe ich an der Erstellung des entsprechenden Förderungsantrages mitgearbeitet. Seit dem Wintersemester 1986/87 bin ich an der Ludwig-Maximilians-Universität München im Fach Psychologie als Promotionsstudent eingeschrieben, Herr Professor Dr. Wolfgang Marx hatte sich freundlicherweise zur Betreuung meiner Dissertation bereit erklärt.

Werner Faßmann

